Funkschau 25

Rundfunk- und Fernsehtechnik, Elektronik, Hi-Fi, Audiovision, Mikrocomputer

51. Jahrgang
7. Dezember 1979
DM 3.50
öS 32 – sfr 3.90

Ausfallursachen integrierter Schaltungen
Adaptiver Rausch-Prozessor

Mikrocomputer: 6502 simuliert 8080
Bauanleitung: Nf-Generator für Sinus in Treppenform

Sind alle Amerikaner stupide ...?

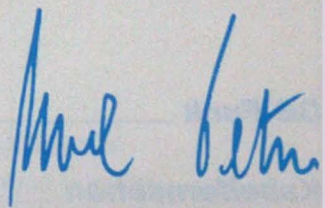
Eigentlich müßten sie es sein, zumindest nach Meinung unserer fürsorglichen Regierung und mancher Politiker, die sich um das geistige Wohl der Bundesbürger sorgen. Denn besagte Amerikaner, und auch die Japaner, können ein Fernsehangebot konsumieren, das um ein Vielfaches größer ist als das bescheidene bundesdeutsche. Wenn letzteres aber eines fernen Tages dank Satelliten- und Kabelfernsehen ebenfalls täglich zehn Programme, davon drei rund um die Uhr bietet, dann wirkt sich das gemäß der zu Tränen rührenden Appelle unserer Oberen auf Kind, Frau und Mann höchst gefährlich aus. Solches ist zu verhindern, und zu bestimmen, wer was und wann sieht, das darf der sonst so mündige Bürger natürlich nicht selbst.

Wäre es nicht so ernst gemeint, so könnte man herzlich lachen über die Bemühungen des sonst so vernünftigen BMFT-Ministers V. Hauff, den geplanten Luxemburg-Satelliten am liebsten schon am Boden zu zerstören, ihn auf alle Fälle aber nicht tätig werden zu lassen. Erschröcklich, wenn der seine Werbesendungen ins traute germanische Heim ergösse; der Schaden an Leib und Seele – siehe oben – wäre unausdenkbar. Das meint Herr Hauff, das meint unser Bundeskanzler, etwas überspitzt formuliert. Wie man die drohende Gefahr abwenden kann, die vom RTL-Satelliten ausgehen wird? Killersatellit gefällig, Störsender einsetzen, womöglich „Abhören von Feindsendern ist verboten"?

Die Schlußakte der KSZE-Konferenz von Helsinki läßt grüßen.

Eine solche Haltung, die sich auch beim Stopp der Verkabelung elf deutscher Städte durch die Bundespost zeigte (vom Bundeskanzler persönlich dem Ressortminister verordnet), ist zutiefst töricht, aber folgerichtig. Dank erheblicher Pressionen haben die etablierten Parteien den öffentlich/rechtlichen Rundfunk im Griff, er muß allemal genügend Sendezeit für die Selbstdarstellung der Politiker hergeben. Ein anders organisiertes Fernsehen täte das vielleicht nicht oder setzte gegen derlei Sendungen gezielt leichte Unterhaltung. Schon deshalb muß Privatfernsehen verhindert werden. Man drückt ihm in allen Diskussionen den Stempel des schieren Beelzebub auf. Den etablierten Rundfunkanstalten ist kein Mittel zu schade, die in mancher Hinsicht vorbildliche Organisation des Rundfunks in Großbritannien und Japan mit parallel tätigen quasi-öffentlich/rechtlichen, Gebühren einnehmenden Anstalten einerseits und privaten, vom Werbefunk lebenden Sendern andererseits madig zu machen.

Es gäbe noch manches andere anzuklagen, etwa die seltsame Nicht-Entwicklung der vier Kabelfernseh-Pilotprojekte, die im Gestrüpp der Interessentendiskussion hängen bleiben und deren Finanzierung sorgsam verhindert wird. In diesem Wirrwarr wagt unsereins kaum noch anzumerken, daß die gezielte Destruktionspolitik auf dem Mediengebiet unsere Elektroindustrie in einen Innovationsrückstand mit ihren unguten Folgen bringt – ausgerechnet uns Deutsche, die wir vom Export leben müssen. Beispielsweise werden rings um uns die Nationen verkabelt; Deutschland bleibt ein weißer Fleck, ein Entwicklungsland.



Karl Tetzner

Leitartikel — Sind alle Amerikaner stupide...? .. 5

Leserbriefe — 8

FUNKSCHAU aktuell
- Elektronisches Spannungsnormal ersetzt Weston-Element 11
- Ein weiterer Schritt zur optischen Nachrichtentechnik 11
- Die 16-bit-CPU 68000: Ein teurer Spaß! 11
- Small-Business-Computer von ICL 11
- Farbfernseh-Standbilder auf Compact-Cassette 12
- Grafik-Zeichenbrett für Heimcomputer 12
- Hochauflösendes CCD-Kameraelement 12
- Hi-Fi mit Durchschütteln 12
- Für blinde Telefonisten 14

Informationen — 47

FUNKSCHAU express
- Kölner AV-Tage 1979 1435
- Aktuelle Nachrichten 1433, 1434, 1436

Auslandsbericht
- Franzis-Fachstudienreisen nach San Francisco und nach Osaka und Hongkong ... 1437

Amateurfunk
- Neue Medien im Amateurfunk 1440

Meßtechnik
- Netzwerkanalyse – leicht gemacht 1440
- Meßempfänger für Nutz- und Störfeldstärke-Messungen 1456
- Eine neue Generation von Meßplätzen für Funkgeräte 1456

Professionelle Technik
- Wehrtechnik aus Bremen 1441

Halbleiter
- Den Ausfallursachen integrierter Schaltungen auf der Spur 1445
- Bildaufnahmesensor mit 185440 Bildpunkten 1449

Elektronik
- Bewegungsmelder im Mikrowellenbereich 1449

Fernsehtechnik
- Labor-Experimentieranlage für digitale Video-Magnetband-aufzeichnung 1450

CB-Funk
- Leistungsfähige CB-Funkgeräte .. 1452

Kabelfernsehen
- Vergrößerung der Übertragungs-kapazität von Kabelfernsehnetzen 1453

Zum Titelbild:

Laser-Display mit digitaler Lichtablenkung und sehr geringer Einbautiefe. In Größen bis 1 m x 1 m und 40 cm Tiefe wird es in Führungspanzer eingebaut; größere Ausführungen bis 4 m x 4 m eignen sich für die Lagedarstellung in militärischen Kommandozentralen (siehe S. 1441). (Aufnahme: Elektro Spezial)

Den Ausfallursachen integrierter Schaltungen auf der Spur

Seite 1445

Wegen der großen Zahl der aufeinander abzustimmenden Herstellungsschritte liegen die Fertigungsausbeuten bei hochintegrierten Schaltungen auch heute meist nur bei einigen Prozent. Untersuchungen zur Aufklärung der Ausfallursachen defekter Schaltungen haben ergeben, daß ein erheblicher Teil der Ausfälle durch mikroskopisch kleine Kristallfehler hervorgerufen wird, die während der Herstellprozesse der integrierten Schaltungen in die Siliziumscheiben eingeführt werden. Bei diesen Untersuchungen hat sich die Hochspannungs-Elektronenstrahlmikroskopie als besonders wirkungsvoll erwiesen.

Inhalt

Adaptiver Rausch-Prozessor

Seite 1461

Die Rauschempfindlichkeit des menschlichen Ohres hat ein Maximum bei Frequenzen von 5...6 kHz; eine Verringerung der Rauschbandbreite eines Systems bewirkt daher eine beträchtliche Reduzierung des subjektiven Rauschpegels. Der hier beschriebene Rausch-Prozessor ist so ausgelegt, daß er die Bandbreite des Hörpfades verkleinert, wenn die ankommende Information keine ausreichenden Signalamplituden im Bereich um 6 kHz enthält, die sonst wegen des Maskierungseffekts zu einer Unterdrückung des Rauschens führen.

Nf-Generator für Sinus in Treppenform

Seite 1475

Einer durch eine Treppenkurve angenäherten Sinusform unterstellt man im allgemeinen einen hohen Oberwellengehalt. Die Fourier-Analyse der Ausgangs-Treppenspannung des hier vorgestellten Nf-Generators zeigt jedoch, daß erst die 7. und die 9. Harmonische merklich ins Gewicht fallen; alle geradzahligen Harmonischen werden zu Null. Anwendungsmöglichkeiten für diesen Tongenerator sind z. B. Tonrufe und Tonfolgen in Rufsystemen und Fernsteuerungen sowie Alarm- und Zustandsmeldungen.

Funktechnische Arbeitsblätter

Vs 55: Der Operationsverstärker – Grundlagen, Blatt 5 1457

Ausstellungen

Olivgrüne Elektronik 1459

Elektroakustik mit Hi-Fi

Adaptiver Rausch-Prozessor 1461
Gleitton-Meßplatte mit hoher Genauigkeit 1464
Tonabnehmer für professionelle Anwender 1465

Mikrocomputer

6502 simuliert 8080 1467
Meine Meinung... 1468
Z-80-Assembler in Basic, 2. Teil .. 1469
Computer zum Selbstbau 1473
Impedanzuntersetzer-Berechnung 1474
Video-Ausgabe beim AIM-65 1474

Praxis & Hobby

Nf-Generator für Sinus in Treppenform 1475
Stereo-Verstärker mit 2 x 12 W 1477
Digitaler Mehrphasengenerator ... 1479

Service

Konvergenzeinsteller wirkungslos . 1481
Kein Bild, kein Ton 1481
Hochspannungs-Reparaturen 1482
Keine Aufnahme möglich 1482

Rubriken

Neue Bücher 1483
Neue Druckschriften 1484
Neuheitenmarkt 109

Vorschau

Die Herausforderung der Faseroptik, 1. Teil
Hi-Fi-Tuner-Baustein mit Frequenzzähler
Im Blickpunkt der Nachrichtentechnik – Telecom '79
Berechnung korrigierter aktiver Frequenzweichen
KIM-Monitorprogramm für Baudot-Fernschreiber
Der Mikrocomputer „Eurocom-1"
FUNKSCHAU-Mikro-Poster
„Copycheck" erschwert Programmdiebstahl

Praxis & Hobby

Funkuhr mit Mitternachtsdetektor
Fernschreiber-Ansteuerung
Logiktester mit eindeutiger Anzeige
Schaltungskniff:
Einschaltstromunterdrückung bei Regeltransformatoren

Heft 26 erscheint am 21. Dezember 1979 · Preis 3,50 DM

Leserbriefe

Zuschriften unserer Leser sind immer willkommen – Kürzungen müssen wir uns vorbehalten.

Chiffriersysteme

Am 20. Oktober wurde im 3. Fernsehprogramm des NDR wieder eine Folge der Serie „Wissenschaft im zweiten Weltkrieg" ausgestrahlt. Und wiederholt wird hier wieder, wie in England die verschlüsselten Funksprüche der deutschen Armee, der Luftwaffe und der Marine abgehört worden seien.

Als Funker habe ich mit verschiedenen Chiffriersystemen gearbeitet; auch mit der Schlüsselmaschine ENIGMA. Ich glaube zu wissen, wie schwer die Entschlüsselung überhaupt denkbar war. Und über acht, oder mit Ausnahmen über 24 Stunden hinaus wäre die Entschlüsselung mit derselben Ausgangsposition der Schlüsselmaschine sowieso nicht möglich gewesen. Gibt es Funker, die diese Materie kennen?

H. Schröder
Hauptstraße 13
3579 Frielendorf

GVL-Gebühr für Leerkassetten?

Ein objektiv denkender Bürger wird den Urhebern sicher nicht das wohlverdiente Entgelt für die von ihnen erbrachte Leistung verweigern wollen. Eine Mark auf jede Leerkassette wäre mir die damit erworbene unangefochtene Erlaubnis des Mitschneidens wert. Wie aber sieht die gegenwärtige Praxis für den „Mitschneider" aus? Wenn unsere Rundfunksender schon einmal interessante Tanz- und Unterhaltungsmusik anbieten, ist sie zur in Frage kommenden Freizeit immer dicht durchsetzt von der sattsam bekannten Werbung oder morgens von der Zeitansage, die anscheinend unausweichlich genau zu den Vielfachen von 5 Minuten eingeblendet werden muß, statt zum Ende des Musikstücks. Mit einem derartigen Mitschnitt kann man natürlich nichts anfangen und empfindet eine GVL-Gebühr hierfür als Unverschämtheit.

Winfried Grube,
Deutschlandsberg

Einfacher Plastikkleber

FUNKSCHAU 1979, Heft 20, Seite 1189

In dem oben erwähnten Artikel wird ein „Einfacher Plastikkleber" mit Benzol als Lösungsmittel empfohlen. Benzol ist eines der stärksten chronischen Gifte, die maximale Arbeitsplatzkonzentration beträgt 32 Milligramm pro Kubikmeter Luft; d. h. durch ein Gramm Benzol wird (bei gleichmäßiger Verteilung) ein mittlerer Werkstattraum so verseucht, daß das Arbeitsamt einschreiten müßte...

Dr. Peter Tschichold,
Füllinsdorf/Schweiz

„Kostenlose" Stromversorgung

Bei den in immer größerem Umfang eingesetzten Sofortbild-Kameras mit automatischem Bildauswurf erfolgt die Stromversorgung des Auswurfmotors durch den Filmpack. In ihn ist ein „Batteriebeutel" mit den Maßen ca. 100 mm x 80 mm x 3 mm und einer Spannung von etwa 6,2 V eingebaut, der auf einer Seite zwei etwa pfenniggroße Folienstücke zur Kontaktgabe besitzt. Der leere Filmpack wird nach Gebrauch mit der durchaus noch brauchbaren Batterie weggeworfen. Durch ihre Bauform lassen sich diese Batterien jedoch leicht in andere Geräte integrieren und auch schnell auswechseln. Die „Batteriebeutel" lassen sich aus der leeren Filmpack-Kassette lösen; die aufgedruckte Warnung auf der Rückseite des Beutels (ihn nicht zu öffnen oder anzuzünden), sollte man beachten.

Horst Mesic, Germering

Fehler im AIM-65

Das Monitorprogramm des Mikrocomputers AIM-65 (und auch das des praktisch gleichwertigen PC-100 von Siemens) weist einen Fehler auf: Die mnemonische Eingabe für LDX ABS,Y arbeitet fehlerhaft, die Adresse wird nicht übernommen. Bei der Disassemblierung wird der Inhalt der beiden nächsten Speicherstellen dargestellt, wie er schon vor der Befehlseingabe vorhanden war; außerdem wird der Programmzähler nur um ein Byte weitergestellt.

Hans-Herbert Hagedorn,
Darmstadt

Mikrocomputer-kuhr

FUNKSCHAU 1979, Hefte 14...18

Sie nannten mir auf Anfrage die Firma Balü in Hamburg als Bausatzlieferant. Nun habe ich dorthin geschrieben und bisher, trotz Rückporto, keine Antwort erhalten. Auch ein zweiter Brief mit nochmaliger Rückfrage wurde nicht beantwortet. Man sollte doch soviel noch für die Kundschaft übrighaben, daß man in knappen Worten mitteilt, daß man die Anfrage nicht beantworten kann und eine Möglichkeit benennt, wie man die gewünschte Auskunft erhalten kann. Ich bitte Sie, mir die Anschrift des Verfassers mitzuteilen, damit ich meine Anfrage direkt an ihn senden kann.

Jürgen Dittrich, Hannover

Die Verfasseranschrift lautet: Reinhardt Gößler, Hodenberger Straße 19c, 2800 Bremen 33. Mit der Firma Balü war lange vor Erscheinen der Reihe vereinbart, daß ein Bausatz lieferbar sein wird. Leider hatte die Redaktion aber keinen Einfluß auf sein rechtzeitiges Erscheinen.

Verlängerung der Spieldauer bei VHS

Beim Vergleich der technischen Daten der zur Zeit auf dem Markt vorhandenen Video-Systeme machte ich eine sehr interessante Entdekkung.

Während VHS grundsätzlich nur Bandsorten mit 20 µm Dicke benutzt, findet man bei Beta und VCR-LP bei der 3-Stunden-Kassette Bandsorten mit 14 µm.

Das brachte mich auf folgende Idee:

Ich besorgte mir ein VCR-Band mit 708 m Länge, baute die Spule aus und wikkelte mit Hilfe des Plattenspielers das Band auf eine leergemachte VHS-Kassette, bis ich den Durchmesser erreicht hatte, den ein 3-Stundenband normalerweise hat. Ich erreichte eine Laufzeit von 4 Stunden und 53 Minuten. Die Bildqualität entsprach dem normalen 20-µm-Band, wenn man von ein paar Drop-outs mehr absah.

Automatisch drängt sich dabei die Frage auf, warum die VHS-Hersteller ihren Kunden solche Kassetten mit 4 oder 5 Stunden Laufzeit vorenthalten.

Hans Weny, Frankfurt/Main

Wie wir hören, wird es in Kürze Vierstunden-Kassetten für den VHS-Videokassettenrecorder geben; die Verlängerung ist exakt die Folge der Verwendung dünneren Bandes, wahrscheinlich wird ein 16-µm-Band benutzt werden.

Die Redaktion

Industrie INLAND

In Heilbronn baut AEG-Telefunken im Rahmen eines 100-Mio-DM-Vorhabens ein neues Fertigungsgebäude zur Herstellung von Wärmebildmoduln. Das Unternehmen schafft sich damit die Voraussetzung, mit Genehmigung der US-Regierung bis 1982 die ausgereifte Fertigungstechnologie für das Detector-Deawar und für die Kühler der Firma Texas Instruments im Rahmen eines Know-How-Vertrages nach Heilbronn zu übertragen. Ab 1981 wird der diesbezügliche Bedarf der Bundeswehr durch die neue Fertigungsstätte gedeckt. Die hier angewendete Infrarottechnik ist in dieser Vollendung bislang außerhalb der USA noch unbekannt. Das neue dreistöckige Gebäude wird eine Bruttofläche von 6500 m² haben und Klimaräume der höchsten Klasse enthalten.

In dem vor drei Jahren in Berlin gebauten neuen Fernschreiberwerk von Siemens wurde das 100000. Exemplar der Baureihe T 1000 hergestellt. Der mechanische Vorgänger T 100 brauchte zehn Jahre, um dieses Ziel zu erreichen. Allein im Geschäftsjahr 1978/79 wurden in Berlin 55000 Modell T1000 hergestellt. 70 % der Produktion geht in über 80 Länder; Siemens hat heute am Fernschreiber-Weltmarkt den ungewöhnlich hohen Anteil von 35 %. – Das Berliner Werk hat 1500 Mitarbeiter; seit Mai 1978 sind 400 neu eingestellt worden. Siemens wertet diese Entwicklung als ein Beispiel für die Möglichkeit der Elektronik, zukunftsorientierte Arbeitsplätze zu schaffen; das gilt auch für die 1500 Zulieferbetriebe, deren Produkte im Siemens-Fernschreiber T1000 zu finden sind.

Industrie AUSLAND

Die GTE Consumer Electronics Gruppe – im wesentlichen Sylvania in den USA und die Saba-Werke in Europa – buchte in den ersten neun Monaten 1979 einen Verlust von 11,6 Mio. Dollar (gleicher Zeitraum 1978: Verlust von 8,9 Mio. Dollar), obwohl der Gesamtumsatz der Gruppe im Berichtszeitraum um 3,4 % auf 764,2 Mio. Dollar zunahm. Die Mutterfirma GTE hingegen verbesserte in den ersten neun Monaten 1979 ihren Gesamtumsatz um 0,9 auf 7,2 Mrd. Dollar und den Reingewinn um 7 auf 469 Mio. Dollar.

Am 8. November gab ein Sprecher des Bundeskartellamtes in Berlin bekannt, daß das Amt keine Einwände gegen die Ende August verkündete Gründung der Europacolor S. A., Paris, hat, so daß die Erweiterungspläne und alle sonstigen Vorhaben, die die Farbbildröhrenfabrik in Ulm-Donautal, betreffen, anlaufen können. Diese bislang zu AEG-Telefunken gehörende Fabrik ist jetzt im Besitz der französischen Firma Videocolor, Paris, an der Europacolor 58 % und die RCA Corp. 42 % Anteile halten. Eurocolor wiederum ist zu 51 % im Besitz von Thomson-Brandt und zu 49 % Eigentum von AEG-Telefunken. Videocolor beabsichtigt, wie uns in Paris mitgeteilt wurde, das Werk Ulm-Donautal um ein Betriebsgebäude zu erweitern und die Fertigung zu automatisieren, um auf eine Jahreskapazität von 1,2 Mio. PIL-Röhren zu kommen. Zugleich soll ein Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungs-Zentrum eingerichtet werden.

AV

Der Markt für Videokassettenrecorder im Bundesgebiet nimmt die erwartete Größe an. 1979 dürften im Bundesgebiet rd. 150000 Geräte abgesetzt werden; für 1980 ist eine Größenordnung von 220000 Geräten denkbar. Zur Zeit sind Betamax- und VHS-Geräte ausgesprochen knapp, desgleichen gibt es Engpässe bei Leerkassetten. Für die deutschen VCR- bzw. SVR-Geräte ist dieser Zustand verkaufsfördernd, denn sonst würden sie deutlich abfallen und sicherlich nicht ihren rd. 45prozentigen Marktanteil halten können. Der Grund ist, daß das neue System Video 2000 (Philips/Grundig) in großen Stückzahlen erst am Anfang des Jahres 1980 geliefert werden kann. Die lieferbaren deutschen Geräte liegen durchweg unter 2000 DM, während die japanischen sich im Bereich 2300...2700 DM bewegen, wo sich auch Video 2000 ansiedeln wird.

Was es nicht alles gibt: Hierzulande ist die gute, alte TED-Bildplatte so tot wie ein Türnagel – in den USA soll sie wiederauferstehen, und zwar unter ausdrücklichem Hinweis auf das Handicap einer Spielzeit von nur 10 Minuten. Eine amerikanische Gesellschaft wird das System in „optischen Musikboxen" installieren. Der Vorrat soll 50 Platten umfassen; eine jede kann gegen den Einwurf von 25 Cent ausgewählt und dann zehn Minuten auf mehreren 66-cm-Farbbildmonitoren angeschaut werden. Diese „optical jukebox" wird in Japan gefertigt und soll um 3000 Dollar kosten. Das Programm-Material will sich das Unternehmen aus allerlei Quellen besorgen; es wird vom 2-Zoll-Magnetband auf die Platte umgespielt werden. Hinter dem Geschäft steht die General Corp. of Japan. Sie will bescheiden mit 200 Anlagen beginnen, die an diversen Punkten in den USA im August und September 1980 aufgestellt werden. Die TED wurde gewählt, weil ihre Spieldauer von nur 10 Minuten für den Jukebox-Betrieb geradezu ideal kurz ist.

Der Streit um Urheberrechte bei der Aufzeichnung von Fernsehprogrammen mit Heim-Videorecordern in den USA ist beendet. MCA und die Walt Disney Productions hatten die Sony Corp., einige Händler, die Betamax-Geräte verkauften, und einen Besitzer eines Betamax-Gerätes verklagt. Nunmehr wurde entschieden, daß die strikt private (nicht die für kommerzielle Auswertung bestimmte) Aufzeichnung von Fernsehprogrammen weder das Original-Urheberrechtsgesetz von 1909 noch dessen revidierte Fassung von 1976 verletzt. Denkbar ist der Erlaß eines entsprechenden Sondergesetzes durch den Kongreß, um die Urheberrechtsinhaber doch noch siegen zu lassen. Aber, so meint man in den USA, „eine Million Besitzer von Videokassettengeräten, die sich jährlich um 750000 vermehren, ist eine gute Lobby..."

Telefunken schließt Werk II

Eine weitere Mitteilung aus dem Hause Telefunken Fernseh- und Rundfunk GmbH, Hannover, ergänzt den Bericht über Kurzarbeit in Heft 24/79 an dieser Stelle. Während die Kurzarbeit offenbar zur Überbrükkung einer aktuellen Notlage dient, werden strukturelle Maßnahmen nötig sein, um das Unternehmen insbesondere im Fertigungsbereich der Lage anzupassen. Telefunken betreibt im Bundesgebiet fünf Werke: Celle, Hannover I und II, Braunschweig und Berlin. Es ist beabsichtigt, Werk II an der Nenndorfer Straße in Hannover bis Mitte 1980 zu schließen, wovon 1000 Mitarbeiter betroffen werden. Die Fertigung, u. a. von Tonrundfunkempfängern, soll zu einem wesentlichen Teil in das Berliner Werk an der Schwedenstraße verlagert werden. Damit nicht genug: Bis Ende 1981 soll die Belegschaft der restlichen vier Werke weiter vermindert werden, wobei dieser Abbau nach Möglichkeit durch Nichtersatz der Fluktuation erreicht werden soll.

*

Telefunken zieht mit dieser Maßnahme die bittere Konsequenz aus der Tatsache, daß „dank" der heutigen Fertigungstechniken immer weniger menschliche Arbeitskraft für die Herstellung von brauner Ware benötigt wird. Vermehrter Einsatz von Hybrid- und integrierten Schaltungen und die Anwendung der Bestückungsautomaten macht es möglich. Bei dem heute hierzulande erreichten Lohnniveau ist es andererseits nicht möglich, überschüssige Arbeitskräfte durchzuhalten, so hart das auch klingen mag. Fraglich ist, ob sich der AEG-Konzern zu irgend einem Zeitpunkt von Telefunken trennen wird; erst Anfang des Monats machten Gerüchte die Runde, denen zufolge die französische Gruppe Thomson-Brandt an einer Übernahme des Komplexes Telefunken interessiert sei. Diese Vermutungen wurden durch die Kooperation zwischen AEG-Telefunken und Thomson-Brandt auf dem Bildröhrengebiet genährt (vgl. Grafik und Bericht in Heft 20/79, S. 1143, siehe auch linke Spalte). Thomson-Brandt dementierte alles, gab aber zu, daß „derzeit in Europa jeder mit jedem spricht".

Zur Person

Bernhard W. Jakobs, 47, seit mehr als zwanzig Jahre für Shure Brothers Inc. in den USA tätig, zuletzt als Direktor der Entwicklungsabteilung, wurde zum Vizepräsidenten des Geschäftsbereiches Forschung, Entwicklung und Produktion berufen. Der deutschstämmige Jakobs, wegen seiner Kenntnisse und Verdienste kürzlich zum „Fellow" der Audio Engineering Society ernannt, gehört zu den nahmhaftesten Experten für Tonabnehmer-Entwicklung.

Dr.-phil. Gerhard Plenge vom IRT München wurde die Würde „außerplanmäßiger Professor" von der TU Berlin verliehen. Er hat dort von 1969 bis 1978 Vorlesungen über die Grundlagen der Akustik für Tonmeister gehalten.

Dr.-Ing. Hans Gissel, 48, Ressort Forschung und Entwicklung in der AEG-Telefunken Nachrichtentechnik AG, **Dr.-Ing. Jürgen Stelter,** 55, Ressort Produktion und **Dr.-Ing. Torolf Blydt-Hansen,** 48, Ressort Vertrieb, wurden am 1. November zu ordentlichen Vorstandsmitgliedern dieses Unternehmens bestellt; sie waren vorher stellvertr. Mitglieder.

Walter Förstl, Vorsitzender des Betriebsrates von AEG-Telefunken und stellvertr. Vorsitzender des Gesamtbetriebsrates des Konzerns, auch stellvertr. Vorsitzender des Finanzausschußes des Aufsichtsrates von AEG-Telefunken, wurde mit dem Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet. Bayern's Wirtschaftsminister Jaumann überreichte es.

Jack E. Banister wurde zum Vizepräsidenten Broadcast Systems – Europa Mittelost und Afrika – der RCA Corp. berufen; er ist damit für den Vertrieb von Hörfunk- und Fernseh-Studios und -Sender in den drei Märkten zuständig. 1973 war er von der englischen Firma Racal zur RCA gekommen. Sein Vorgänger *Patrick J. Murrin* trat nach 29jähriger Tätigkeit für die RCA in den Ruhestand.

Hans Peter Schlatter, 32, ist seit dem 1. Oktober Produkt Marketing Manager bei der ECD Handels GmbH – Electronic Components Distribution – 8056 Neufahrn. Er war vier Jahre bei Strixner und zuvor zehn Jahre bei Dr. Bürklin tätig war.

Akio Morita, Chairman der Sony Corp., Tokio, ist in den sogen. Rat der Weisen berufen worden, der die bilateralen Wirtschaftsbeziehungen zwischen Japan und den USA untersuchen und verbessern soll. Diesem Gremium gehören aus jedem der beiden Staaten vier hervorragende Persönlichkeiten an. Neben Morita sind auf japanischer Seite noch der frühere japanische Botschafter in den Vereinigten Staaten, **Nobohiko Ushiba** (Vorsitzender), der Präsident des Japan Economic Reserach Center, **Saburo Okita, sowie der Präsident der Dai-Ichi Wangyo Bank, Shuzo Muramoto,** Mitglieder.

Bildschirmtext verzögert

Weder im Bereich Düsseldorf/Neuß noch in Westberlin wird der Bildschirmtext-Großversuch (Feldversuch) wie geplant am 2. Januar 1980 anlaufen können, denn die beiden notwendigen Gesetze, die die Bildschirmtextversuche legalisieren, werden bis dahin nicht die parlamentarischen Hürden genommen haben – und ohne entsprechende Gesetze gibt es keinen Bildschirmtext für die Öffentlichkeit. Das Land Nordrhein-Westfalen will aber das Gesetz unbedingt noch in der laufenden Legislaturperiode (bis Mai 1980) durchbringen; über den Zeitplan der Beratungen des Berliner Gesetzes im Abgeordnetenhaus ist nichts bekannt; der Senat hatte den Gesetzentwurf im Oktober eingebracht.

Bis Ende Oktober hatten sich in Berlin 1600 Teilnehmer gemeldet; die Auswahl der Teilnehmer im Gebiet Düsseldorf-Neuß-Mettmann ist im vollen Gange.

Kurz berichtet

Motorola versucht die **Herstellung von fast quadratischen Solarzellen,** um vor allem den Platz auf den Solarzellen-Trägern besser als mit den üblichen runden Zellen auszunutzen ● Die 927 in den USA in Betrieb befindlichen **Flugnavigationssysteme vom Typ VOR und VORTAC sind noch mit Vakuumröhren bestückt;** die Umrüstung auf Halbleiter läuft an und dürfte, wenn abgeschlossen, eine jährliche Einsparung von 27 Mio. Dollar bringen ● Hersteller, Importeure und Einzelhändler **müssen in Portugal die Namen und Anschriften der Käufer von Farbfernsehgeräten der portugiesischen Rundfunk-Fernsehgesellschaft RTP mitteilen,** damit die Teilnehmergebühren erfaßt werden können ● Mit einem Kostenaufwand von 2,6 Mio. DM **werden die Betriebsräume von Kiel Radio von 391 auf 1030 m² erweitert.** Es werden 10 Funkbetriebsplätze für den Fernsprech- und Telegrafieverkehr mit Schiffen im Ostseeraum eingerichtet ● Die italienische Industrie **widerspricht entschieden der Ratifizierung einer Gesetzesvorlage, die eine Fabrikationssteuer in Höhe von 75000 Lire pro Farbbildröhre vorsieht.** Das würde die Konkurrenzfähigkeit des einzigen Farbbildröhrenherstellers Videocolor herabsetzen ● **Philips und die Importeure von Videokassettenrecordern rechnen in diesem Jahr lediglich mit einem Absatz von rd. 50000 Stück in Holland;** 1978 konnten 4500 abgesetzt werden. Die niederländische Verbraucherorganisation „Consumentenbond" hatte geraten, auf die neue Generation der Recorder zu warten – gemeint dürfte Video 2000 sein ● **Mit einer Gesamtinvestition von 80 Mio. DM plant die Audio-Video-Vertriebs GmbH, 8880 Dillingen, den Bau der größten Medienproduktionszentren in Deutschland.** Es steht ein Gelände von 100000 m² zur Verfügung, teilt Geschäftsführer W. Franz mit ● Videoton, Budapest, wird zusammen mit der Firma Sonnar **in Nigeria eine gemeinsame Montage von Fernsehempfängern einrichten,** eine gleiche Fabrik ist in Pakistan geplant ● **Thorn und EMI sind sich einig über die Fusion beider Unternehmen.** Thorn zahlt den EMI-Aktionären 174 Mio. engl. Pfund. Das neue Unternehmen heißt Thorn EMI Ltd., es wird die Bereiche Musik, Unterhaltung und Freizeit in eine besondere Tochtergesellschaft einbringen.

Kölner AV-Tage 1979

Die Angst des Fotohandels vor dem Magnetband

Die Veranstalter – das sind die Messe- und Ausstellungs Ges. mbH, Köln, und die Medienreport Verlags GmbH, Waiblingen-Hohenacker – zeigten sich zufrieden. Die dreitägigen Kölner AV-Tage – Audiovisuelle Medien in der Praxis – wurden dem Schlußbericht zufolge von 2600 Anwendern und Interessenten besucht, am Tagungsteil mit Workshop und Präsentationen nahmen 700 Personen teil. Beeinflußt von der alle zwei Jahre in Köln stattfindenden Foto- und Film-Messe „photokina" scheint sich Köln eher zu einem Zentrum der Film- und Fotobranche auszubilden, während Berlin mit der Internationalen Funkausstellung im Hintergrund für seine AV-Tage die Elektronik in den Vordergrund schiebt.

Audiovision wurde daher in Köln sehr weit gefaßt, was sich beim Rundgang durch den von 108 Firmen beschickten Ausstellungsteil deutlich zeigte. Einträchtig standen Dia – mit Multivisions-Vorrichtungen für die Steuerung von bis zu 120 (!) Dia-Projektoren gleichzeitig –, Film, Video, Arbeitsprojektoren, Mikrofilm und allerlei Zubehör nebeneinander. Hinzu kamen die Dienstleistungsbetriebe, die das Überspielen von Filmen und Dia auf Videobänder anboten, Kassetten duplizieren und Videoprogramme vornehmlich für die Ausbildung entwickeln. Diese Sparte war mit zahlreichen Vorträgen am ersten Messetag vertreten, und auch noch am zweiten Tag, der unter dem Titel „Schulung, Ausbildung und Kommunikation" stand. Ein breiter Raum nahmen jene Firmen ein, die bespielte Videokassetten anboten – vom Spielfilm bis zu einer erstaunlich großen und verblüffend offen angebotenen Pornoproduktion. Noch für 1979 rechnet diese Sparte mit einem Gesamtumsatz von über 15 Mio. DM. Heftig wird geklagt, daß es noch immer keine Video-Schnellkopieranlage wie bei Musikkassetten gibt, die mit bis zu 68fachen Geschwindigkeit kopiert und vollautomatisch konfektioniert werden. **Bei Videokassetten hat man in Real Time zu kopieren und bei steigendem Bedarf ganze Batterien von Kassettenrecordern nebeneinander aufzubauen. Hinzu kommt das Handicap der verschiedenen Systeme; gängige Videokassetten müssen daher für VCR-Longplay, SVR, VHS, Betaformat und U-matic angeboten werden.**

Eine halb geglückte Diskussion

Für den dritten Tag ließen sich die Veranstalter eine Podiumsdiskussion unter Leitung von Talkmaster Reinhard Münchenhagen einfallen: „Journalisten fragen – Hersteller antworten." Immerhin hörten fast 250 Interessenten zu und durften, wenn auch erst gegen Ende, Fragen stellen. Das an sich gut gemeinte Vorhaben litt etwas darunter, daß auf der Industrieseite harte Konkurrenten – Philips, Sony und JVC – nebeneinander saßen und den heftigen Drang zur Selbstdarstellung verspürten. Man wollte sich profilieren und vom Mitbewerber absetzen, was Zeit kostete.

Dessen ungeachtet waren es keine verlorenen zwei Stunden. Unüberhörbar schimmerte die Angst des Fotofachhandels vor dem Magnetband durch. Aufgescheucht durch die häufig recht unbekümmert vorgetragene Behauptung, daß der für den Fotofachhandel umsatzmäßig so wichtige Super-8-Film „demnächst" durch das Magnetband mit deutlichen, auch wirtschaftlichen, Vorzügen abgelöst werden würde, ist im Fotohandel eine beträchtliche Unruhe entstanden. Es ist fraglich, ob die vom Chefredakteur dieser Zeitschrift betont vorgetragene Erklärung Beruhigung auslöste, daß es mit der elektronischen Filmkamera (eingebaut eine superwinzige Mini-Maz und ein sehr lichtempfindliches CCD-Element anstelle einer Aufnahmeröhre) noch gute Weile habe („nicht vor 1985").

Man ist in der Fotosparte unsicher und fragt, ob denn der Einstieg zunächst in das Videokassettenrecorder-Geschäft möglich ist. Hier war die Meinung der Industrievertreter einhellig. „Ja", wurde gesagt, wenn der Fotohandel alle Voraussetzungen mitbringt, also die sehr erklärungs- und beratungsbedürftigen Videorecorder mit geschultem Personal vorführen und verkaufen könnte, wenn die Ladenlokale entsprechend gestaltet und eine Werkstatt eingerichtet werden würde. Dann bestünde kein Grund, derart vorbereitete und ausgestattete Fotofachgeschäfte n i c h t zu beliefern.

H. Horn/Philips nannte nochmals die Schätzungen für den Videokassettenrecorder-Markt hierzulande: 1979 rd. 150000 Geräte aller Typen, 1980: 220000, 1981: 350000, 1982: 450000. Wenn dem so ist, dann könnte ein gewisser Ausgleich für das stagnierende Farbfernsehgeräte-Geschäft erreicht werden. 1979 dürften rd. 2,55 Mio. Farbempfänger im Bundesgebiet absetzbar gewesen sein, dazu 0,9 Mio. SW-Empfänger. Diese Zahlen werden sich in den kommenden Jahren kaum nach oben bewegen.

In der Diskussion wurde immer wieder die Hoffnung ausgesprochen, daß der Fotohandel sich wenigstens mit dem wachsenden Bedarf an Heim-Farbfernsehkameras befassen könnte, denn diese haben ja eine optische Komponente, und die Fotokunden wären von Hause aus ohnehin kreativer als etwa die Käufer von Fernsehempfängern. Nun könnte der Umsatz mit Farbkameras, der nur für Besitzer von Videorecordern interessant ist, vielleicht doch kein Boom werden, oder es gibt den „Tonbandgeräte-Effekt" der 50er Jahre, als sich mancher ein Spulen-TB-Gerät kaufte und es, nachdem die Stimmchen der Jüngsten und der Lärm der letzten Party aufgenommen worden war, still beiseite stellte. Mit einer Farbkamera und dem schweren, eigentlich stationären Videorecorder der Gegenwart läßt sich zwar daheim ein bißchen spielen, mehr aber nicht. Die echt Kreativen, die damit etwas anfangen, sind eine winzige Minderheit. Die heute bereits angebotenen portablen Videogeräte sind mit rd. 6000 DM noch viel zu teuer und viel zu schwer.

Einen gewissen Raum in der Diskussion nahmen Marktfragen ein. U. a. teilte De Alwis/Sony mit, daß statistisch auf jedes verkaufte Betamax-Gerät 20 Leerkassetten entfallen! Die Frage nach Fremdimporten wurde angeschnitten und auch das unterschiedliche Preisniveau in der EG, das allein schon unter den unterschiedlichen Mehrwertsteuersätzen leidet – von 33 % in Frankreich bis 10 % in Luxemburg! Auch wurde die Kooperation von Radio/Fernseh- und Fotofachhändlern bei der künftigen Marktbearbeitung angeregt und die Frage nach der Existenzgrundlage der überall sich bildenden Videoshops gestellt. Beifall erhielt die aus dem Publikum (60...70 % Fotofachhändler) erhobene Forderung, die Industrie möge doch die Kassettenrecorder als ein „kreatives Instrument" herausstellen und nicht nur als „Zeitmaschine" für zeitversetzte Aufnahme bzw. Wiedergabe anpreisen. Und was den Service angeht, so wurde behauptet, daß die Mentalität des Foto- und TV-Einzelhandels sehr unterschiedlich sei. Letzterer „freue" sich über Reparaturen, denn die bilden einen Teil seines Geschäftes – ersterer aber hat generell Schwierigkeiten bei der Reparaturabwicklung... K.T.

Einige der Industrievertreter während der Diskussion „Journalisten fragen – Hersteller antworten" anläßlich der Kölner AV-Tage. V. l.: v. d. Heyde, H. D. Horn, beide Philips; De Alwis, Ulrich, beide Sony

Die Productronica 1979 ging in München am 10. November mit einem beträchtlichen Erfolg zu Ende. Die 789 Aussteller aus 19 Staaten erfreuten sich des lebhaften Interesses von 31 200 Fachleuten aus 51 Ländern; 90 % wiesen sich als Angehörige von Industrieunternehmen aus. 97 % aller Aussteller zeigten sich mit dem Gesamterfolg zufrieden.

Handel und Vertrieb

Ende Oktober wurde die Deutsche Fachhandels-Gesellschaft für Unterhaltungselektronik und Haustechnik mbH als Dachgesellschaft von den Kooperationen EMG im Norden, DFHG im Westen und FG im Süden gegründet. Die Gesellschaft, die nunmehr eine bundesweite Abdeckung hat, ist damit die mitgliederstärkste Einzelhandelskooperation unserer Branche und steht im Marktvolumen auf Platz 2 hinter Interfunk. 45 % des Einkaufsvolumens werden über die Vertragsgroßhändler Keller-Mufag (Norden), Schürmann (Westen) und Gruoner (Süden) und weitere 26 % direkt mit der Industrie abgewickelt. 550 Fachgeschäfte der Mitglieder werden unter dem Leistungszeichen *Mister Service* und weitere 300 Geschäfte unter dem Symbol *1 A Service* arbeiten. Geschäftsführer ist Joachim D. Kaemmerer, früher Manager von Bild + Ton.

Die Umsätze auf dem Sektor Büro- und Informationstechnik wuchsen im 1. Halbjahr 1979 um 15,6 % auf rd. 4,13 Mrd. DM, 3,09 Mrd. DM entfallen auf die Datentechnik, 1,04 Mrd. DM auf die klassischen Büromaschinen. Die Einfuhr erhöhte sich im Berichtszeitraum um 36 % (!) auf 2,66 Mrd. DM und die Inlandsproduktion auf 3,93 Mrd. DM. Die Ausfuhr belief sich im 1. Halbjahr 1979 auf rd. 2,45 Mrd. DM (+ 5,6 %). Diese Zahlen stammen vom Bundesverband der Vertriebsunternehmen für Büroorganisation, deren Mitglieder etwa 80 % des deutschen Inlandsangebotes abdecken.

Taiyo Yuden Co., Ltd., Tokio, einer der größten Hersteller von keramischen und induktiven Bauteilen der Welt mit Werken in Japan, Korea, auf Taiwan und in Singapur, gründete in 8500 Nürnberg, Äußere Bayreuther Str. 350/89 eine deutsche Tochtergesellschaft (Tel.: 09 11/52 30 91, Telex: 0 622 056). Der Vertrieb läuft über die ECC Vertriebs-GmbH (gleiche Anschrift). Das Mutterhaus erzielte im letzten Geschäftsjahr einen Umsatz von 270 Mio. DM; mehr als 40 % davon entfielen auf Keramikkondensatoren. Die Fertigungskapaziäten für Bauelemente mit axialen Zuführungen, geeignet für automatische Bestückung, werden kräftig erweitert.

Ausstellungen und Termine

Die Photokina bleibt weiter beim Zwei-Jahres-Rhythmus. Das beschloß der Verband der deutschen photographischen Industrie, Frankfurt, auf einer außerordentlichen Mitgliederversammlung. Der Termin für 1982 wurde ebenfalls schon festgelegt: 12. bis 18. September.

Semicon 80 nennt sich selbst die bedeutendste Halbleiter-Messe Europas; sie findet vom 11. bis 13. März 1980 in den Hallen der Züspa, Zürich-Oerlikon, statt und widmet sich vornehmlich der Halbleiter-Technologie und der Halbleiter-Ausrüstung. Auskünfte: Semicon Europa-Sekretariat, Uetlibergstr. 132, CH-8045 Zürich.

The All-Electronics Show wird vom 29. April bis 1. Mai 1980 in London, Grosvenor House, Park Lane, durchgeführt. Seit ihrer Einführung im Jahr 1976 hat sich die Ausstellung zu einem bedeutenden Ereignis entwickelt. Auskünfte: The All Electronics Show, 34–36 High Street, Saffron Walden, Essex.

Tonträger

Aus welchen Gründen auch immer sind Schallplatten im Ausland oft billiger als daheim zu haben, so daß mancher Händler es vorzieht, diese Tonträger und auch Musikkassetten von draußen zu beziehen. Seit dem Fortfall der Zölle innerhalb der EG ist gegen dieses Verfahren kaum etwas einzuwenden, obwohl die heimischen Schallplattenfirmen wenig begeistert über die Billigimporte sind. Derlei Praxis gibt es natürlich auch in Österreich. Hier scheint die Schallplattenindustrie über einen Umweg einen Riegel vorgeschoben zu haben. Im September wurde bekannt, daß der Oberste Gerichtshof in einem Musterprozeß zwischen der Austro-Mechana (dem Gegenstück zur deutschen Urheberrechtsgesellschaft Gema) und einem Schallplattenhaus in Wien entschieden hatte, daß die österr. Urheberrechtsgesellschaft bei den auf dem Umweg über das Ausland eingeführten Schallplatten 75 % der ursprünglichen Urheberrechtsbeträge erheben darf. Das wird diesen Parallelimport derart verteuern, daß er sich nicht mehr lohnt; d. h. die legal eingeführten „teuren" Platten sind preislich erreicht.

Offenbar will die Polygram-Gruppe (DGG, Phonogram) eine Kette eigener Schallplattenläden nach dem Franchise-System einrichten, zunächst in Norddeutschland. Als Marke soll „Pan-Records" vorgeschlagen werden.

Gute Nachfrage nach TV- und Hi-Fi-Geräten

Wie die der Industrie nahestehende Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik (GFU) mitteilt, hat sich die Nachfrage nach Fernseh- und Hi-Fi-Geräten merklich belebt. Im August und September lagen die Verkäufe der Industrie beträchtlich über der Produktion, so daß der Gesamtlagerbestand der Hersteller vom sommerlichen Höchststand 868 000 Farbfernsehempfänger auf 680 000 Ende September zurückging.

Dieser Trend scheint sich fortzusetzen, so daß per Jahresende mit einem Lagerbestand von 500 000 zu rechnen ist; unter Berücksichtigung der Typenvielfalt für Inland und Export sei dies die untere Grenze der Bevorratung. Weil im Jahr 1980 die Olympischen Winterspiele (Lake Placid, 14. bis 23. Februar) und die Olympischen Sommerspiele (Moskau und Tallin, 19. Juli bis 3. August) bevorstehen, geht die Branche mit verhaltenem Optimismus in die kommende Zeit. Inzwischen haben die meisten deutschen Hersteller die Preise für Farbgeräte zwischen 3 und 8 Prozent angehoben, womit aber nur das Preisniveau von Ende 1977 erreicht wurde, obwohl zwischenzeitlich die Kosten stiegen. Nun wird es am Handel liegen, ob er die Preisanhebungen weitergibt oder sich erneut in Preiskämpfe einläßt. – Bei Videokassettenrecordern macht sich eine störende Knappheit bemerkbar; die führenden Japaner können ihre Lieferungen über die Dispositionen hinaus nicht erhöhen, und die ganz neue Serie Video 2000 von Philips und Grundig kommt erst Anfang 1980 auf den Markt.

USA

Franzis-Fachstudienreise nach San Francisco zur WESCON

Die USA-Fachstudienreise des Franzis-Verlages führte diesmal 30 Reiseteilnehmer im September nach San Francisco. Aktueller Anlaß war die Elektronik-Ausstellung WESCON 79, die unter dem vielversprechenden Motto „Gateway to the Eighties" stand.

FERNOST

Franzis-Fachstudienreise nach Osaka und Hongkong

Zwölf Reiseteilnehmer nahmen die Gelegenheit wahr, im Oktober gleich zwei Ausstellungen in Fernost zu besuchen, nämlich die Japan Electronics Show in Osaka und die Consumer Electronics Show in Hongkong. Diese zehntägige Franzis-Fachstudienreise ließ aber noch genug Zeit, auch die beiden faszinierenden Städte selbst näher kennenzulernen.

USA

Bevor sich jedoch die Reisegruppe im Civic-Center von San Francisco bzw. der Brooks Hall die neuesten Industrie-Produkte vor Augen führte, wurde erst einmal am Sonntag (16.9.), unterstützt von den sachkundigen Erläuterungen einer deutschsprachigen Reiseführerin, die Stadt und ihre nächste Umgebung erkundet. Besondere Aussichtspunkte waren hier natürlich die zahlreichen Hügel San Franciscos, von denen sich hervorragende Perspektiven boten – wohl kaum eine andere Stadt an der Westküste der USA zeigt dem Besucher auf solch kleiner Fläche eine derartige Vielfalt verschiedenster Eindrücke. Weitere Anziehungspunkte waren noch die „Muirwoods" mit den riesigen „Rotholz"-Bäumen, nach kurzer Fahrt über die Golden-Gate-Bridge zu erreichen, und natürlich das „Golden-Gate" zum Pazifik selbst; nicht zu vergessen die beliebten „Cable Cars" *(Bild 1)*, Verkehrsmittel und vielbestaunte Sehenswürdigkeit zugleich.

Der Montag begann dann schon technischer: Die ersten der insgesamt 30 WESCON-Vorträge wurden besucht und Informations-Schwerpunkte für den kommenden Ausstellungstag mit Hilfe des Messekataloges festgelegt. So gab es denn auch am Dienstag keine Schwierigkeiten beim Besuch der interessantesten Aussteller, zumal die von den 450 Firmen belegte Fläche im Vergleich zu europäischen Messen relativ gering war. Jeder der Reiseteilnehmer konnte so auf einfache Weise die für ihn wichtigsten Neuheiten studieren.

Besonderes Interesse galt den Firmen des Datentechnik- bzw. Mikroprozessorsektors; aber auch die Bauelemente-Hersteller, stark vertreten, gaben einen Einblick in neueste Produkte und Technologien, die in den kommenden Jahren Verbreitung finden dürften. Dies gilt in besonderem Maße für die Weiterentwicklung der Speicher-Bauelemente, bei denen vor allem die Magnetblasen-Speicher enorme Fortschritte versprechen. Als Beispiel hierfür kann das Megabit-Bubble-Memory, das auf der WESCON von Texas Instruments vorgestellt wurde, gelten.

Bild 1. „Antiquität" und vielbenutztes Verkehrsmittel in San Francisco: die „Cable-car" (Foto: Hascher)

Am Mittwoch standen dann die ersten Firmenbesuche im „Silicon-Valley" auf dem Programm. Besichtigt wurde am Vormittag zunächst die Firma Shugart Associates in Sunnyvale, die auch in Europa sehr durch ihre hochwertigen Floppy-Disk-Einheiten bekannt ist. Großes Gewicht wird dabei auf den Export gelegt; 15 % der Produktion gehen nach Europa, insgesamt 30 % besitzen 220-V-Netzteile. Trotz einer hochentwickelten Floppy-Disk-Fertigungsstraße wird man sich jedoch auch hier nach zusätzlichen Produktbereichen umsehen, die einen geringeren Mechanik-Anteil besitzen und demzufolge nicht so lohnintensiv herzustellen sind.

Der nachmittägliche Besuch bei National Semiconductor verlief in einer nicht ganz so anschaulichen Weise: Nach einer Tonbildschau, in der die Firma und ihre Produkte auf dem Halbleitersektor vorgestellt wurden, konnte leider nur ein sehr kurzer Blick in eine IC-Design- und eine Chip-Prüfabteilung geworfen werden. Dennoch kam die große Bedeutung dieser Firma auf dem Hochintegrations-Sektor zum Ausdruck.

Der folgende Vormittag führte die Reisegruppe in die „Microcomputer-Systems-Division" der Firma Intel nach Santa Clara. Bei einer Führung durch die Prüfabteilung von System-Baugruppen bekam man vor allem einen Einblick in die Test-„Philosophie" dieses Intel-Unternehmensbereiches: Die einzelnen Mikrocomputer-Komponenten werden nach Übergabe durch die Zuliefer-Industrie zunächst einer Vorprüfung unterzogen und fehlerhafte Teile zurückgeschickt; eine Anlieferung im endgeprüften Zustand würde nämlich die Produktkosten erheblich in die Höhe treiben. Während der Baugruppenfertigung werden schließlich kontinuierlich auf eigenen Prüfsystemen sämtliche Fehler eliminiert. Das Endprodukt ist praktisch schon fertig geprüft und fehlerfrei und kann nach einer gründlichen Schlußinspektion ausgeliefert werden. Eine anschließende Führung durch die Halbleiterfertigung machte die Besucher schließlich noch mit den besonderen Problemen der 4-Zoll-Wafer-Technologie vertraut.

Bild 2. Beobachtet bei Precision Monolithics: der „Parkplatz des Monats" – jeweils vergeben an den kostenbewußtesten Angestellten; verbunden mit dieser „Ehre" ist die kürzeste Laufstrecke zum Firmen-Haupteingang, ein echter Vorteil bei der Größe amerikanischer Parkplätze (Foto: Hascher)

Zuverlässigkeit, Qualität und Leistungsfähigkeit sind die drei Schlagworte der am Nachmittag besuchten Firma Precision Monolithics (PMI), ebenfalls in Santa Clara. Diese drei ebengenannten Eigenschaften der Analog-Bauelemente sind jedoch keineswegs übertrieben, bedenkt man die äußerst geringe Beanstandungsrate der Kunden: Sie liegt kontinuierlich unter 0,5 %, bezogen auf das gesamte Spektrum an Linear-ICs. Während man bei diesem Unternehmen vor zwei Jahren noch mit 2-Zoll-Wafern arbeitete, ist man inzwischen auf 4 Zoll übergegangen; dieser Technologiewechel hatte zwar einen vorübergehenden Anstieg der Ausfallrate um den Faktor 3,5 zur Folge, doch auch hier konnten sämtliche Herstellungsprobleme in der Zwischenzeit beseitigt werden, nicht zuletzt dank der von diesem Unternehmen zum Einsatz gebrachten „Triple passivation". Dieses Verfahren schützt die Oberfläche des Chips mit Hilfe dreifacher Phosphor-Nitrit-Schichten vor dem Eindringen von Fremdmolekülen. Gerade dieses Verfahren ist es, das die hohe Lebensdauer und das unbedingte Einhalten der Betriebsdaten sämtlicher Linear-ICs sicherstellt. Insgesamt erzielt dieses Unternehmen einen (1979 ca.) Umsatz von 22 Mio. Dollar, der zu einem großen Teil mit Kunden aus

der Raumfahrt- und Militär-Industrie erzielt wird. Interessantes Kuriosum bei PMI: Der „Parkplatz des Monats" (*Bild 2*).

Am Freitag unternahm die Gruppe schließlich noch, mehr der Entspannung dienend, einen sehr schönen Ausflug in das Gebiet etwa 200 km südlich von San Francisco. Beeindruckt war man vor allem von der schönen Fahrt entlang der Pazifikküste auf einem Teil des „Highway No. 1". Nicht zu kurz kamen auch noch die Besichtigungen, die an diesem Tag die Städte Monterey und Carmel umfaßten.

Letztlich auch wegen der schönen Eindrücke, die man aus Kalifornien mitgenommen hatte, trennte man sich am folgenden Samstag sicherlich nicht allzu leichten Herzens von San Francisco; übereinstimmend stellte die Gruppe dann auf dem Rückflug nach Deutschland fest, daß die Reise zwar sehr anstrengend, aber dennoch beeindruckend und informativ für alle gewesen war.

W. Hascher

FERNOST

Erstes Ziel der Franzis-Fernost-Fachstudienreise war – nach einem mehr als zwanzigstündigen Flug via Anchorage – die japanische 8-Millionen-Stadt Osaka, wo die Japan Electronics Show Gelegenheit bot, sich über die neuesten Entwicklungen der dortigen Elektronikindustrie zu informieren. Dabei mußten zwei Erfahrungen gemacht werden: Zum einen ist Osaka – wie leider auch andere Großstädte des Landes – für uns relativ teuer; zum anderen ist eine Verständigung oft nur mit ausgiebigem Gebrauch der Hände möglich, da nur sehr wenige Japaner Englisch, geschweige denn Deutsch beherrschen. Dies galt sogar für das Standpersonal auf der Show, und auch viele Prospekte und Datenblätter waren nur in japanischer Schrift verfügbar. Trotzdem war genug Interessantes zu finden, das hierzulande noch etwas auf sich warten lassen wird und über das an anderer Stelle berichtet wird. Die Größe der Show ist etwa mit der Münchner Productronica vergleichbar; der Eintritt ist kostenlos, und die Darbietungen sind allgemein sehr auf das Publikum ausgerichtet.

In Osaka bot sich auch Gelegenheit, zwei bedeutende japanische Unternehmen zu besuchen, nämlich Matsushita und Sanyo. Beeindruckend war bei der Matsushita-Tochter Technics, wo Hi-Fi-Geräte der Spitzenklasse hergestellt werden, vor allem die weitgehend automatisierte Herstellung. Die dafür erforderlichen Bestückungsmaschinen werden von Matsushita selbst gebaut. Die Entwicklungszeit für ein Consumer-Gerät wird mit etwa einem halben Jahr angegeben – erstaunlich wenig, wenn man bedenkt, daß ja auch die Bestückungsmaschinen dafür programmiert werden müssen. Normalerweise erreichen Hi-Fi-Geräte eine Auflage von etwa max. 50000; insgesamt fertigt Technics pro Jahr 250000 Consumer-Geräte und ist weltweit das 34. größte Unternehmen aller Branchen. Die weitere Entwicklung auf dem Hi-Fi-Sektor in den nächsten Jahren sieht man vor allem im Einsatz von PCM-Systemen und in der Bedienungsverbesserung, z. B. durch Infrarot-Fernbedienungen.

Sanyo besitzt in Osaka eine große Audio-Fabrik; weitere Fabriken befinden sich in Hongkong, Taiwan, Singapur, Spanien und Italien. Wie versichert wurde, bestehen derzeit keine Pläne, deutsche Firmen zu übernehmen – auf der Berliner Funkausstellung hatte sich einige Zeit ein entsprechendes Gerücht halten können... Eine eigene Bauelemente-Fertigung besitzt Sanyo in Tokio, kauft aber viele Teile auch von anderen Firmen. Wie zu hören war, entfallen rund 70% der gesamten Produktionskosten auf Material, 20% auf Verwaltung, Löhne und Entwicklungsaufwendungen, 5% auf die Forschung – die übrigen 5% bleiben den Aktionären. Bei Sanyo gab man die Entwicklungszeit für ein Audio-Gerät mit 1...2 Jahren an; bei Taschenrechnern und Uhren ist es deutlich weniger, allerdings wird das Geschäft mit diesen beiden Warengruppen wegen des Preisverfalls immer ruinöser.

Während Japan für uns westliche Besucher ein ausgesprochen teures Land ist, kann man das von Hongkong nicht behaupten. Dort hatte die Reisegruppe zwei Tage lang Zeit, die dortige (in einem Hotel untergebrachte) „Hongkong Consumer Electronics Show" zu besuchen, auf der unter anderem Tausende unterschiedlicher elektronischer Uhren angeboten werden, die aber sonst nicht an die modernsten Technologien der Osaka-Show heranreicht. Außerdem bot sich ausgiebig Gelegenheit, die Stadt selbst näher kennenzulernen; sie hat sich im Gegensatz zu dem eher westlich wirkenden Osaka den chinesisch-geschäftigen Charakter bewahrt, der sich besonders in den engen Marktgassen auf der Insel Hongkong zeigt.

Das Unangenehmste der Reise bekam man erst nach dem Rückflug zu spüren – nämlich den Temperatur- und Zeitunterschied... *H. Feichtinger*

Bild 3. Für westliche Besucher der Japan Electronics Show sind nicht alle Schrifttafeln bei den Ausstellungsgegenständen verständlich – wie hier bei einem Personal Computer von Toshiba (Foto: Fe.)

Bild 4. Hongkong ist sicher eine der interessantesten Städte des Fernen Ostens: Im Vordergrund die Insel, im Hintergrund Kowloon (Foto: Fe.)

Neue Medien im Amateurfunk

Auf der Berliner Funkaustellung 1979 waren die neuen Medien Bildschirmtext – ein über das Fernsprechnetz arbeitendes System – und Videotext, bei dem mehrere Bildschirm-„Seiten" zyklisch über Fernsehsender übertragen werden, in einem Großversuch zu bestaunen.

Jedes der beiden Medien kann auch im Amateurfunk sinnvoll angewandt werden. Bildschirmtext eignet sich wegen der gezielten Zugriffsmöglichkeit besonders für sehr große Informationsmengen, wobei der Dialogbetrieb ein Hinführen des Benutzers zu der von ihm gewünschten Information gestattet. Dabei wäre z.B. an frei zugängliche Rufzeichenkarteien oder sonstige Datenbanken zu denken. Ein solches System wurde in München bereits erfolgreich erprobt, wie in FUNKSCHAU 1979, Heft 4, Seite 191, nachzulesen ist. Es unterscheidet sich vom Fernsprech-Bildschirmtext dadurch, daß keine Duplexübertragung notwendig ist und der Zugriff nicht über einen (suchzeit-aufwendigen) „Suchbaum", sondern per Stichwort-Suche geschieht.

Das Videotext-System, die zyklische Übertragung von Textseiten also, hatte bisher im Amateurfunk kein Äquivalent, obwohl das Verfahren sich geradezu ideal für Rundsprüche eignet. In einem Trockenversuch wurde daher untersucht, wie ein solches System per Funk realisiert werden kann. Grundlage hierfür war der Normenvorschlag für die ASCII-Übertragung (Heft 6/1979, Seite 314); er sieht eine Übertragungsgeschwindigkeit von 300 bit/s in der Betriebsart F 2 (FM-Tonmodulation mit Nf-Umtastung) vor.

Das Prinzip des Amateurfunk-Videotext-Verfahrens ist es, einen UKW- oder UHF-Sender rund um die Uhr zu betreiben und zyklisch aktuelle Informationen als ASCII-Funkfernschreiben auszustrahlen. Die Informationen sind in Informationsblöcke unterteilt (sie müssen nicht unbedingt ganze Bildschirmseiten ausfüllen). Jeder Informationsblock trägt eine Kennung, so daß der Benutzer einen ganz bestimmten Block anwählen kann. Die dabei auftretende Zugriffszeit ist wie beim „echten" Videotext davon abhängig, wieviele Informationsblöcke zyklisch übertragen werden.

Bei einer Geschwindigkeit von 300 bit/s dauert die Übertragung von 500 Zeichen – so lang könnte ein Informationsblock durchschnittlich sein – etwa 17 Sekunden. Besonders oft abzurufende Blöcke könnten mehrmals innerhalb eines Zyklus ausgestrahlt werden (*Bild 1*), was auch bei sehr großen Blockzahlen die Zugriffszeit zu ihnen in einem vertretbaren Rahmen hält. Trotzdem muß man bei 20 Blöcken (jeder Block einmal pro Zyklus) bereits mit einer mittleren Zugriffszeit von etwa drei Minuten rechnen. Versuche ergaben, daß dies kaum noch zumutbar ist.

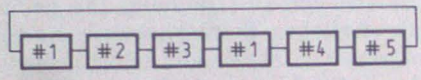


Bild 1. Bei Videotext strahlt man häufig benutzte Seiten öfter aus, um die Zugriffszeit zu ihnen zu vermindern

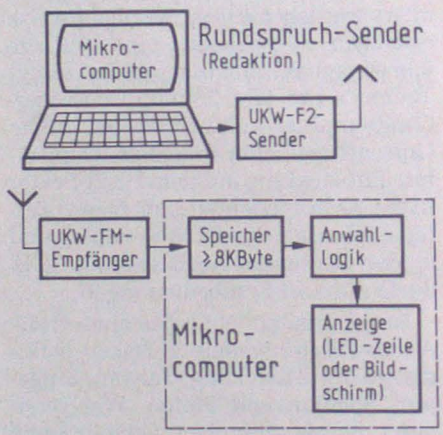


Bild 2. So könnten in einigen Jahren Amateurfunk-Rundsprüche übertragen werden: Der Rundspruchsender aktualisiert die im Empfänger gespeicherten Informationsseiten

Eine sehr interessante Alternative ist die Speicherung aller Informationen im Empfänger des Benutzers, was bei den heutigen Speicherpreisen bereits realisierbar ist. Die Zugriffszeit sinkt dadurch praktisch auf Null, und der zentrale Sender braucht nicht mehr alle Informationsblöcke zyklisch immer wieder auszustrahlen, sondern nur einmal, um den Empfängerspeicher zu ergänzen. Die gleichen 20 Blöcke wie oben würden nur einen 10-KByte-Speicher erfordern. Eine senderseitige Wiederholung von Blöcken wäre nur noch zur Korrektur von Übertragungsfehlern sinnvoll. *Bild 2* zeigt ein nach diesem Verfahren arbeitendes System. Der Materialaufwand für den Rundspruchsender liegt heute bei etwa 1000 DM (ohne Funkgerät), derjenige für eine Empfangsstation mit 10-KByte-Speicher etwa gleich hoch; beides ließe sich z.B. mit dem Mikrocomputer AIM-65 oder ähnlichem realisieren.

Eine überlegenswerte Alternative zur Einrichtung spezieller Sender für diese Informationsübertragung ist die Mitbenutzung der vorhandenen Sender in UKW-Relaisfunkstellen. Bei Übertragungsgeschwindigkeiten bis etwa 110 bit/s ist es nämlich möglich, den Nf-Bereich zwischen etwa 10 Hz und 150 Hz für die Übertragung serieller Fernschreibsignale, z. B. in ASCII, und den Bereich von 300...3500 Hz für die Sprachübertragung auszunutzen, ohne daß gegenseitige Störungen auftreten. Das Einspeisen neuer Informationen kann über eine für Steuerzwecke vorgesehene Empfangsfrequenz der Relaisfunkstelle geschehen. Geeignete Einrichtungen hierfür befinden sich derzeit noch in der Entwicklung. DC1YB

Netzwerkanalyse — leicht gemacht

Schwierigsten Anforderungen der Netzwerkanalyse wahlweise bis 1 GHz oder 2 GHz wird ein neuartiges Meßsystem von Rohde & Schwarz gerecht. Es besteht aus dem Vektoranalysator ZPV, dem Signalgenerator SMS und einem handelsüblichen Rechner. Besondere Eigenschaften gegenüber ähnlichen Anlagen wie geringere Meßzeiten, äußerst einfache Erstellung der Meßprogramme mit einer Grundsoftware auch für Ungeübte, niedriger Preis und deutliche Erhöhung der Meßgenauigkeit durch Rechnerkorrektur bei rechnergesteuertem und manuellem Betrieb zeichnen diesen automatischen Meßplatz aus.

Mit ihm lassen sich Impedanzen bis 2 GHz nach einer neuen Methode (T-Meßverfahren) ohne Hilfe einer VSWR-Meßbrücke oder eines Richtkopplers messen und direkt in der gewünschten Einheit anzeigen; die Meßzeit selbst für solche komplexen Vorgänge beträgt 40 ms. Die digitalen Anzeigen sowohl am Signalgenerator als auch am Vektoranalysator gewährleisten eine sichere Kontrolle auch während der automatischen Messung. Für besonders hohe Anforderungen an die Meßgenauigkeit des Meßplatzes gibt es eine s-Parameter-Korrektursoftware, mit der z. B. die Fehler der Meßbrücke, des Richtkopplers oder anderer Meßgeräte weitgehend eliminiert werden können. Ein im ZPV eingebauter D/A-Wandler ermöglicht die Aufzeichnung der kompletten automatischen Messung durch einen einfachen XY-Schreiber und läßt damit den Betrieb von Rechnern auch ohne Display zu.

Karl Tetzner

Wehrtechnik aus Bremen

Obgleich die Wehrtechnik – hier die uns speziell interessierenden Bereiche Elektronik und Elektrooptik – heutzutage nicht mehr vollends hinter einem Schleier der Geheimhaltung verborgen ist, gelingt es selten, wirklich tief in die technischen Einzelheiten einzudringen – etwa in dem Umfang, wie wir es bei der professionellen oder der Unterhaltungs-Elektronik gewohnt sind. Black-Box-Denken herrscht vor: Man zeigt dies und das, aber wie es drinnen aussieht, geht niemand etwas an. Daran ändert auch nichts die Existenz von speziellen wehrtechnischen Zeitschriften oder Veranstaltungen wie die alljährliche Military Defense Expo in Wiesbaden.

Wir waren daher dankbar für eine Einladung der Elektro Spezial, Unternehmensbereich der Philips GmbH, Bremen, zu einem Betriebsbesuch, immer in der Hoffnung, etwas Interessantes zu erfahren. Das Unternehmen entstand aus der Philips Electro Spezial GmbH, die 1925 in Berlin gegründet wurde und Röhren, Bauelemente und Meßgeräte für die Rundfunkindustrie fertigte. 1954 wurde die Lieferung von professionellen Geräten an Industrie und Behörden von Hamburg aus aufgenommen, und 1961 kam es in Bremen zur Gründung einer neuen Entwicklungs- und Produktionsstätte, die sich ab 1972 in eigenen Gebäuden an der Hans-Bredow-Straße, unweit des Radio-Bremen-Fernsehstudios, auf einem 130 000 m² großen Grundstück etablierte. Heute werden mehr als 600 Personen beschäftigt; den präzisen Spezialprodukten entsprechend ist der Anteil von gut ausgebildeten Mitarbeitern beträchtlich; allein 38 haben eine abgeschlossene Universitäts- und über 120 eine Fachhochschulausbildung. Mehr als die Hälfte der Mitarbeiter absolvierten eine technische oder eine kaufmännische Lehre, den sehr kleinen Rest bilden angelernte Kräfte.

Entwicklung und Produktion konzentrieren sich auf die Fachgebiete „Optronik und Sensoren", „Kommunikations-Technik" und „Ortungs-Technik".

Elektro Spezial gehört zur Philips-Hauptindustriegruppe Telecommunication and Defence Systems (TDS), wozu in der Bundesrepublik Deutschland auch TeKaDe, Nürnberg, und die Radarleit zu zählen sind; zusammen beschäftigen sie etwa 3500 Mitarbeiter. Gesamtleiter von Elektro Spezial ist Dr. D. Reiher, dem auch die Produktion untersteht; der Vertrieb liegt bei Dr. R. Kretzmann; er führt kommissarisch noch den Produktbereich „Kommunikations-Technik". Verantwortlich für den Produktionsbereich „Optronik und Sensoren" ist Dr. K. Schütz und für den Produktionsbereich „Ortungs-Technik" Ing. F. Kunz. Diese Bereiche sind selbständig für Gewinn und Verlust verantwortlich („profit center") und haben eigene Entwicklungs- und Vertriebsabteilungen.

Die Nacht wird hell

Die Elektro Spezial ist mit ihren rd. 600 Mitarbeitern nur ein mittlerer Betrieb und mußte sich daher auf einige Spezialgebiete der Wehrtechnik beschränken. Im Produktbereich „Optronik und Sensoren" befaßt man sich bevorzugt mit Nachtsichtgeräten und Infrarot-Wärmeortern, beide neuerdings

Bild 1. Nur 900 g wiegt diese Bildverstärker-Brille BM 8028 mit Bildverstärkerröhren der zweiten Generation vom Typ Multichannel-Wafer

zu einem Ziel- und Beobachtungsgerät für den Schützenpanzer *Marder* zusammengefaßt. Der Infrarot-Orter spricht auf die Wärmeausstrahlung im 3...5-µm-Wellenbereich von Objekten an, etwa auf die Motoren von Fahrzeugen. Es handelt sich um eine Siliziumoptik mit einem thermoelektrisch gekühlten Detektor; im Strahlengang befindet sich ein kipp- und drehbares Prisma, mit dessen Hilfe der Detektor das Sehfeld zeilenweise abtastet. Bei der Vorführung im dunklen Raum wurde als Wärmequelle ein menschliches Gesicht benutzt, dessen Konturen hervorragend erkennbar waren. Es sind auch Geräte für den 8...12-µm-Wellenbereich in der Entwicklung, wobei zur Unterdrückung des Eigenrauschens auf 77 °K gekühlt wird.

Die Vorführung der diversen Nachtsichtgeräte war beeindruckend. Man simulierte die Beleuchtungsstärke „Viertelmond", d.h. rd. 10 mLx, und doch war beim Blick durch das Nachtsichtgerät der Film einer Fahrt durch eine Landschaft taghell zu sehen. Wie gesagt wurde, können auch noch mit $^1/_{10}$ dieser Beleuchtungsstärke genügend Einzelheiten erkannt werden. Die Bildverstärker der 1. Generation haben eine 50-mm-Fotokatode und eine Triodenstruktur mit 16 kV Spannung; die Elektronen werden ausgelöst und direkt beschleunigt. In der Bildverstärker-Brille BM 8028 (*Bild 1*) sind Multichannel-Wafer-Röhren eingesetzt, wobei jedes eintretende Elektron in den Kanälen einen Schauer von Sekundärelektronen auslöst, so daß der Lichtverstärkereffekt so groß ist, daß diese Brille bei sozusagen stockdunkler Nacht helles Sehen ermöglicht; selbst der dunkelste Himmel hat nämlich stets noch eine für das unbewaffnete menschliche Auge nicht erkennbare Reststrahlung, die für diese höchstempfindliche An-

ordnung ausreicht. Durch die beiden getrennten elektro-optischen Kanäle wird jedem Auge ein 1 : 1 abgebildetes, großes Sehfeld (48°) angeboten. Das Gerät kann von jedem Träger sehr einfach seinen individuellen Gegebenheiten (Augenabstand, Dioptrie) angepaßt werden. Es ist natürlich auch für zivile Zwecke verwendbar; wenn es in geschlossenen Räumen benutzt wird, kann eine Infrarot-Hilfsleuchte eingeschaltet werden. Die Brille wiegt nur 900 g und benötigt für den Betrieb eine Versorgungsspannung von rd. 3 V (zwei NiCd-Akkumulatoren 500 mAh). Übrigens sorgt ein Sättigungseffekt für die Unterdrückung von Spitzenlichtern. In der Praxis kann das heißen: Bei der nächtlichen Beobachtung des Gegners macht Mündungsfeuer die Brille nicht „blind"; die direkt neben dem extrem hellen Punkt liegenden Gebiete können weiterhin klar erkannt werden.

Weitere Arbeiten betreffen passive Magnetfeldsensoren für Minenzünder, kombinierte magnetische/akustische Zündsensoren für Flußgrundminen und aktive optische Sensoren für die Bodenabstandszündung von Mörsergranaten, die die herkömmlichen Radar-Sensoren ersetzen sollen.

Radartechnik

Elektro Spezial begann im zivilen Bereich mit Arbeiten für die Ausrüstung der Unterelbe, der unteren Weser und der Ems mit Radar-Überwachungsstationen im 8,8...9,2-GHz-Bereich, die mit Impulsleistungen von 30 kW arbeiten. Zwischen 1969 und 1977 wurde der Hamburger Hafen mit zehn Radarstationen und einer Verkehrsberatungszentrale versehen, ähnliche Anlagen gingen nach Holland und Frankreich.

Bild 2. Windmeßradaranlage im 1,5-t-Standard-Anhänger mit integriertem „Build-In Test Equipment", erweiterbar auf Radiosonden

Zur Zeit sind neue Konzepte für den Ersatz der vorstehend genannten, in den 80er Jahren veralteten Anlagen durch Tageslicht-Sichtgeräte mit x/y-Koordinaten-Darstellung über Digital-Scan-Converter in Arbeit.

Auf dem militärischen Sektor begann Elektro Spezial 1962 mit der Entwicklung eines Tiefflieger-Erfassungssystems; heute ist man in Bremen spezialisiert auf meteorologische Radargeräte für den militärischen Bereich, u.a. auf Ballonverfolgungs-Radargeräte mit Reichweiten von 120 km (Frequenzbereich 9,3...9,4 GHz, 75 kW Impulsleistung, Genauigkeit besser als 10 m für die Entfernung und besser als 1 mrad[1]) für Elevation und Azimut). Eingebaut in einen Anhänger ist ein Ballon- und Drohnenverfolgungsradar mit einer Reichweite von 60 km (Drohne: unbemannter Beobachtungsflugkörper) gemäß *Bild 2*.

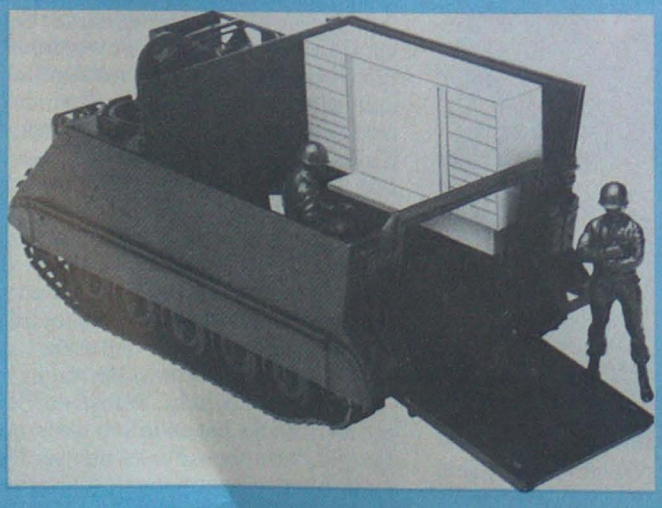


Bild 3. Einbau eines Laser-Displays mit allen Zusatzeinrichtungen für autonomen und interaktiven Betrieb in einen Führungspanzer M 577 A1 (Modell)

Für die Zielerfassung sind vorwählbar: optische Zielzuweisung, spiralförmiger Suchvorgang, Sektorsuchvorgang oder manuelle Zielzuweisung. Nach der Zielerfassung schaltet die Anlage auf automatische Zielverfolgung. Die Radardaten werden digital angezeigt und ausgedruckt. Die von der Radiosonde gemeldeten Wetterdaten erlauben die sofortige Aussendung einer kompletten Wettermeldung. – Nach jedem Ortswechsel ist dieAnlage innerhalb von 15 Minuten erneut betriebsbereit. Für die Bedienung ist lediglich ein Mann erforderlich.

Eine in Bremen auf eigene Kosten bis zur Fertigungsreife entwickelte Einrichtung ist das Laser-Display mit digitaler Lichtablenkung, das bis zu einer Größe von 4 m x 4 m herstellbar ist. Um geringe Einbautiefen zu erreichen, muß die Gesamtfläche in vier Quadranten eingeteilt werden; jeder Quadrant wird über einen doppelt gefalteten Spiegel vom Laser beschickt. Über die Leuchtfläche ist beim Einsatz in einem Führungspanzer eine Original-Karte gespannt, wie sie bei der Bundeswehr benutzt wird. Die Laserstrahlen zeichnen die vom Steuerrechner kommenden Signale als Buchstaben, Zahlen oder militärische Symbole in die Karte ein; bei entsprechender Organisation des Datenflusses werden die Angaben ständig aktualisiert.

Bild 3 zeigt skizziert den Einbau des Lagedarstellungsgerätes in einen Führungspanzer M 577 A 1. Hier hat das Display eine Größe von 1 m x 1 m und nur 40 cm Bautiefe; es stehen zwei Darstellungsfarben zur Verfügung. Der Kontrast beträgt 5 : 1 bei 50 Lx Resthelligkeit. Das Raster setzt sich aus 1024 x 1024 Bildpunkten zusammen. Der Zei-

[1]) 1 rad ≙ $17{,}4533 \cdot 10^{-3}$ Grad

chenvorrat besteht pro Farbe aus 800 alphanumerischen Zeichen, 200...400 Sonderzeichen und beliebigen Linien. Die Ablenkung des Laserstrahles erfolgt durch eine Kombination von Kalkspatprisma und Kerrzelle mit einer elektro-optisch aktiven Flüssigkeit. Die erwähnte Displaygröße von 4 m x 4 m läßt sich durch ein Projektionsverfahren erreichen.

Inzwischen dürfte für diese Arbeit zwischen der Bundesrepublik und den USA ein „Memorandum of Understanding" unterzeichnet sein, das die Einführung in den USA ermöglicht. Wahrscheinlich werden die Amerikaner die Serienfertigung selbst übernehmen, aber Elektro Spezial kann sicherlich zahlreiche Probegeräte und die Vorserie liefern. An deutsche militärische Stellen wurden bereits sechs Großlage-Darstellungsgeräte nach diesem Prinzip ausgeliefert, das auch für zivile Anwendung brauchbar ist (Polizei, Flugsicherungszentralen). Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen; das Ziel sind eine noch höhere Auflösung und höhere Darstellungskapazität.

Simulatoren sind kostensparend

Wenn ein Schiff der Kriegsmarine einen Schuß abgibt, so kostet das im Minimum 2000 DM. Es liegt nahe, die an sich bekannte Simulatortechnik auch in diesem militärischen Bereich stärker einzuführen. Der Krieg kann dann zunächst „im Saale" stattfinden. Hier scheint die Bundesmarine am modernsten zu sein; es gibt bereits Anlagen zum Simulieren von Radar-, Sonar- und ECM-Signalen, sie bilden Ziel-, Eigen- und Geschoßbahnen nach, lassen Treffer- und Ablageberechnungen zu und beziehen optische Darstellungen ein, wobei mehrere Gefechte gleichzeitig ablaufen. Für die Schießausbildung an Bord entwickelten die Bremer den kostengüstigen, modular aufgebauten Simulator SISSI für beliebige Waffensysteme (*Bild 4*). Zur Zeit wird in Bremen auch an der Serienreife und Lieferung von Flugzielsimulatoren für den Flakpanzer „Gepard" gearbeitet.

Das Schiffsnachrichtensystem bis zum Jahr 2000

Die hochentwickelten Waffensysteme verlangen ein ebenso flexibles wie leistungsfähiges Bord-Kommunikationssystem für Schiffe der Bundesmarine. Die herkömmliche Definition der Kommunikation als Verständigung von Mensch zu Mensch muß erweitert werden zur Kommunikation Mensch – Maschine und Maschine – Maschine. Nun sind die Forderungen insbesondere im Marinebereich so unterschiedlich, daß es sehr unwirtschaftlich wäre, für jede Fregatte, jedes Schnellboot, U-Boot usw. ein eigenes, maßgeschneidertes Kommunikationssystem zu entwickeln. Elektro Spezial entwarf mit dem MCS 2000 ein extrem modulisiertes System, dessen Kassetten und Bausteine immer wieder neu kombiniert werden können. Heutige Kriegsschiffe haben aber nicht nur einen beträchtlichen innerbetrieblichen Informationsfluß auf vielen Ebenen, sondern sind auch eng an die Land-Kommandozentrale angebunden und stehen über diese mit anderen Schiffen und Flugzeugen in Kontakt.

Einbezogen in ein solches System ist die Steuerung der Waffen und der Navigationseinrichtungen sowie die Überwachung aller maschinellen Funktionen des Schiffes, ferner die Bord-durchsagelautsprecher, die Rundfunk- und Fernsehanlagen. Wenn dieses und noch manches andere mehr in einer

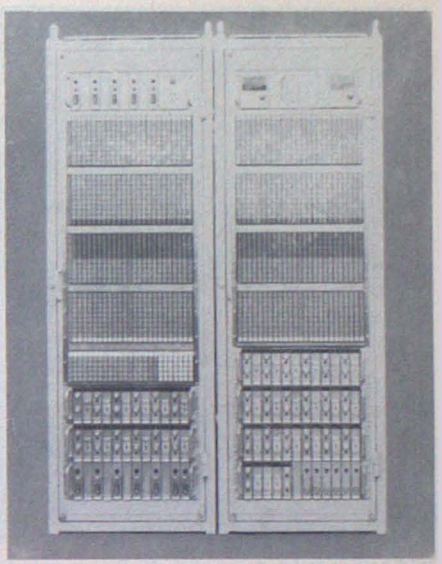


Bild 5. Verteiler-Matrix für das modulare Bord-Kommunikationssystem MCS 2000

herkömmlichen Zentrale zusammenliefe, wären die dort tätigen Operatoren total überfordert. Das MCS 2000 faßt diese unabhängigen Subsysteme zu einem System mit überschaubarem Bedienungsfeld zusammen. Freilich müssen dafür an Bord einer der neuen Fregatten rd. 25 km Kabel verlegt werden; ein zugehöriges „Kreuzschienenfeld" (Verteiler-Matrix) einschließlich acht Reihen Verstärker- und Verteiler-Einschübe zeigt *Bild 5*. In diesem Gestell wird ausschließlich mit Litze anstelle von Volldraht gearbeitet, weil nur erstere die starken Vibrationen an Bord klaglos übersteht. Mit Wire Wrap an den Anschlußpunkten kann nicht gearbeitet werden, man benutzt das Termipoint-Verfahren.

Aber MCS 2000 ist noch nicht das Ende. In Entwicklung sind – wie könnte es anders sein – Kommunikationssysteme mit Lichtleitern, wobei zahlreiche Funktionen mit dem Mikroprozessor gesteuert werden. Im nächsten Jahr ist die Studienphase abgeschlossen; der erste Einsatz zeichnet sich für 1985 ab.

Auch hier bewahrheitet sich der Satz, der für alle Waffen und Kommunikationsgeräte gilt: „Wenn ein System nach vier bis sechs Jahren der Entwicklung, Erprobung und Fertigungsüberleitung schließlich eingesetzt werden kann, ist es, gemessen am Stand der Waffentechnik, bereits veraltet."

Nachzutragen wäre noch die Entwicklung der Notch-Antenne für Schiffe und Panzer. Im KW- und UKW-Bereich wird heute noch fast ausschließlich mit langen Peitschenantennen gearbeitet; Panzer und andere Kriegsfahrzeuge mit der wippenden Langantenne, oftmals dekorativ nach

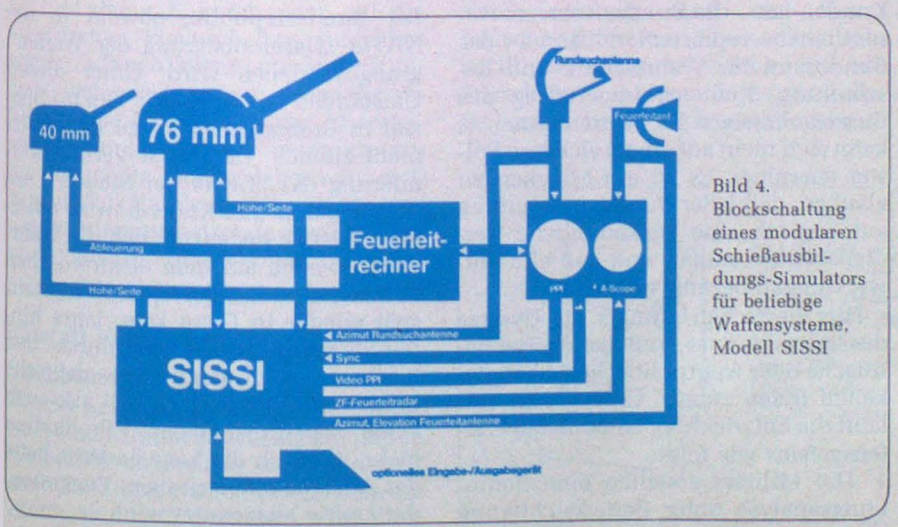


Bild 4. Blockschaltung eines modularen Schießausbildungs-Simulators für beliebige Waffensysteme, Modell SISSI

Bild 6. Eine Notch-Antenne in der Reling eines Schiffes

unten gezurrt, sehen zweifellos zünftig aus, aber im Ernstfall sind diese Antennen äußerst gefährdet. Die Notch-(Schlitz-)Antenne ist robust, weil sie eigentlich aus *Nichts* besteht, nämlich aus einem Schlitz in einer Metallkonfiguration. Sie bewirkt, daß der gesamte metallische Fahrzeugkörper als strahlendes Gebilde angeregt wird. Problematisch ist jedoch die Abstimmung dieser Antennenform auf die häufig wechselnden Arbeitsfrequenzen der Bordsender. Man entwickelte dafür elektronische Schnellabstimmeinrichtungen. Die bisherigen Erprobungen auf Fahrzeugen der Luft-, See- und Landstreitkräfte verliefen erfolgreich *(Bild 6)*.

Präzision in der Fertigung

Eingangs wurde gesagt, daß die Mitarbeiter in Bremen über dem Durchschnitt qualifiziert sind. Schließlich ist der Bereich Nachtsicht- und -zieltechnik fertigungsmäßig im wesentlichen feinmechanisch-optischer und nur zu einem kleinen Teil elektronischer Art. Nur in der Kommunikations- und Radartechnik überwiegt die Elektronik, und so kommt es, daß in der Produktion nahezu die Hälfte der Mitarbeiter auf dem feinmechanischen Sektor tätig ist. Die Genauigkeiten, die auch bei der Blechbearbeitung zu erreichen sind, bewegen sich bei maximal 1/100 mm. Schon sehr frühzeitig wurden hier numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen eingesetzt; die erste Generation ist noch in Betrieb, wenngleich sie nur $^1/_5$ der Arbeitsgeschwindigkeit der allerneuesten Modelle erreicht, die zwar doppelt so teuer sind wie die Veteranen, dafür aber automatischen Werkzeugwechsel usw. aufweisen. Die Lochstreifen für neue Bearbeitungsprogramme erstellt eine eigene Zentrale, die mit gemieteter Rechnerkapazität im IBM-Netz arbeitet.

Übrigens war bemerkenswert, wie in der Fertigung der Zünderelektronik der Tiefflliegerabwehrrakete „Roland" die ungeheuren Beschleunigungskräfte und die harten Vibrationen auf die Steuer- und Auswerteelektronik abgefangen werden. Die Bauelemente sind auf mehreren oberflächengeschützten Printplatten montiert, und diese werden in zähem, aber doch elastischem Polyurethan eingeschäumt, so daß sie den kritischen Abschuß klaglos überstehen.

Das harte Geschäft mit der Wehrtechnik

Zum Schluß einige Anmerkungen zum „Geschäft mit der Sicherheit". Auch ein Unternehmen wie die Elektro Spezial in Bremen, das mit mindestens 90 % seiner Kapazität wehrtechnische Spezialgeräte entwickelt und produziert und damit letztlich nur einen Kunden hat – die Bundeswehr, im wesentlichen repräsentiert durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz, im Auftrag des Bundesministers für Verteidigung –, kann sich nicht auf einem sicheren Polster ausruhen. Es ist ein Märchen zu glauben, daß jeder Bundeswehrauftrag automatisch eine auskömmliche Verdienstmarge enthält und daß alle Entwicklungen bezahlt werden.

Hier herrschen oftmals die Gesetze des freien Marktes, und mancherlei politische oder wehrpolitische Abhängigkeiten treten zutage. Grob gesagt verläuft die Entwicklung eines neuen Waffensystems wie folgt:

1. Die Militärs erstellen eine Bedrohungsanalyse unter Berücksichtigung der Erkenntnis: „Keine Waffe ohne Gegenwaffe".
2. Es werden die taktischen Forderungen aufgestellt, wobei es schon zur Fühlungnahme mit der Industrie kommt, die ihr Know-how einfließen läßt, was eine Art Rückkopplung auf die Planung darstellt.
3. Verlangt wird eine Realisierungsstudie, die die Machbarkeit und die Kosten einbezieht.
4. Bereits jetzt muß der Auftraggeber einen Überblick über die Kosten haben, damit er die Aufwendungen in den mittelfristigen Haushaltsplänen unterbringen kann.
5. Wenn das geschehen ist, kann grünes Licht für die Ausschreibung des Entwicklungsauftrages gegeben werden.
6. Das wirtschaftlichste Angebot dürfte zum Zuge kommen. Ein voll bezahlter Entwicklungsauftrag wird erteilt, über dessen Ergebnisse das Amt jedoch voll verfügen wird. Gelegentlich gelingt es Außenseiterfirmen, in Teilbereichen solche Aufträge zu erhalten.
7. Die ersten Prototypen gehen in die Truppenerprobung; es wird die endgültige Ausführungsform erarbeitet.
8. Nun wird dem „Sieger" bei der Modellauswahl der Auftrag erteilt, das Ausgewählte serienreif zu machen.
9. Endlich erfolgt die Ausschreibung der Fertigungsserie, wobei nicht selten das niedrigste Angebot als Basis für die endgültige Auftragsvergabe genommen wird.

In Bremen heißt es dazu: Die Fertigungs-Kalkulation ist sehr kompliziert. Im wehrtechnischen Geschäft ist die ausländische Konkurrenz äußerst hart, aber die deutschen Behörden sind sehr liberal. Nimmt man beides zusammen, dann kommt es auf eine Einbahnstraße hinaus: vom Ausland ins Inland. Deutsche Firmen der Wehrtechnik haben weitaus geringere Chancen, im Ausland zu verkaufen, als ausländische in der Bundesrepublik, obwohl in der NATO „Harmonisierung der Waffen" großgeschrieben wird. Unter diesen Umständen ein Werk wie Elektro Spezial in Bremen rentabel zu halten, ist nicht einfach. Häufig ist Verlustminimierung das „Gebot der Stunde", um Arbeitsplätze und Know-how zu erhalten. Es ist zu bedenken, daß die Wehrtechnik, auch auf dem elektronischen Sektor, in der Bundesrepublik erst sehr spät wieder in Gang kam. Jahre hindurch meinte auch die durch den Kriegsausgang geschockte deutsche Industrie „Nie wieder Krieg", also auch keine wehrtechnische Produktion mehr. Als sich die Lage änderte, hatte das Ausland einen riesigen Vorsprung, der kräftig ausgenutzt wird.

Horst Strunk, Bernd O. Kolbesen

Den Ausfallursachen integrierter Schaltungen auf der Spur

Hochspannungs-Elektronenmikroskopie in der Halbleitertechnologie

Der fortschreitenden Integration und Miniaturisierung von Halbleiterschaltungen sind vorläufig noch keine Grenzen gesetzt. Im gleichen Maße, wie diese Entwicklung vorangetrieben wird, steigen aber auch die Anforderungen an die Herstellverfahren. Bei den meisten hochintegrierten Schaltungen liegen die Fertigungsausbeuten auch heute noch bei nur einigen Prozent: viele Bauelemente erfüllen nach der Produktion nicht die geforderten elektrischen Daten und müssen ausgeschieden werden. – Dieser Beitrag wurde beim FUNKSCHAU-Preis 1979 in der Abteilung „Kompliziertes verständlich dargestellt" mit dem 1. Preis ausgezeichnet.

Ein nicht unerheblicher Teil der Ausfälle integrierter Schaltungen wird durch mikroskopisch kleine Fehler verursacht, die während der Herstellprozesse unbeabsichtigt in das Halbleitermaterial eingeführt werden. Mit fortschreitender Integration und Miniaturisierung wird dieser schädliche Einfluß immer stärker. Deshalb mußten erhöhte Anstrengungen unternommen werden, diese Fehler zu analysieren und durch verbesserte Herstellverfahren zu vermeiden.

In den letzten Jahren ist mit der Hochspannungs-Elektronenmikroskopie eine neue Untersuchungsmethode in die Halbleitertechnologie eingeführt worden, die für diese Aufgabe besonders geeignet ist. Einige Beispiele sollen zeigen, wie vorteilhaft damit Natur und Entstehungsmechanismus der Fehler und deren Auswirkungen auf die elektrischen Eigenschaften aufgeklärt werden können. Hierzu müssen wir zuerst – wenn auch nur mit einem Seitenblick – die Grundlagen der Materialstruktur und der Elektronenmikroskopie betrachten. Schon dabei wird sich zeigen, daß Halbleitertechnologie eine Gratwanderung zwischen erwünschten und unerwünschten Fehlern bedeutet.

Kristall und Kristallbaufehler

Halbleiter sind, wie die meisten Festkörper, Kristalle, in denen die Atome nach einem festen Bauschema räumlich periodisch angeordnet sind. Ein sehr einfaches Gitter entsteht, wenn man die Atome an den Eckpunkten eines Würfels anordnet (*Bild 1a*) und solche Würfel aneinanderreiht. In der Natur sind die Atomgitter allerdings komplizierter; Silizium, als Grundstoff für integrierte Schaltungen der wirtschaftlich bedeutendste Halbleiter, kristallisiert im Diamantgitter. Dessen Struktur zeigt Bild 1b. In den Kristallgittern treten auch Fehler auf. Die verschiedenen Grundformen solcher Kristallbaufehler sollen anhand unseres einfachen Kristalles nach Bild 1a gekennzeichnet werden; dieser Kristall beschreibt die prinzipiellen Verhältnisse auch für Kristalle, die aus mehreren Atomsorten zusammengesetzt sind, wie z.B. GaAs.

Nimmt man ein Atom von seinem angestammten Gitterplatz und setzt es an eine andere Stelle zwischen die Atome (ins Zwischengitter), entstehen gleich zwei atomare Kristallbaufehler (*Bild 2*): eine Leerstelle und ein Eigen-Zwischengitteratom. Ein anderer sehr wichtiger atomarer Fehler ist ein Fremdatom auf einem Gitterplatz; dieses unterscheidet sich gewöhnlich in der Größe von den Wirtsatomen. Erwünschte Fremdatome sind die Dotieratome für Silizium, z.B. Phosphor und Bor; unerwünschte, weil die Halbleitereigenschaften beeinträchtigende Fremdatome sind Verunreinigungen, z. B. Eisen oder Kupfer.

Die atomaren Kristallbaufehler können aber auch wandern. Springt z.B. ein Atom in eine benachbarte Leerstelle, dann ist die Leerstelle um einen Atomabstand „gewandert". Bei hohen Temperaturen verläuft die Wanderung der atomaren Kristallbaufehler wegen der dann starken Wärmeschwingungen des Atomgitters vergleichsweise schnell. Dies wird zur Diffusion der Dotierungsatome bei der Bauelementherstellung ausgenutzt.

Leerstellen und Eigen-Zwischengitteratome lagern sich oft zu atomar ebenen Scheiben zusammen, welche energetisch günstiger sind. Solche Zusammenlagerungen werden Ringe genannt (*Bild 2*), da ihr Durchmesser den Atomabstand um einen Faktor bis weit über

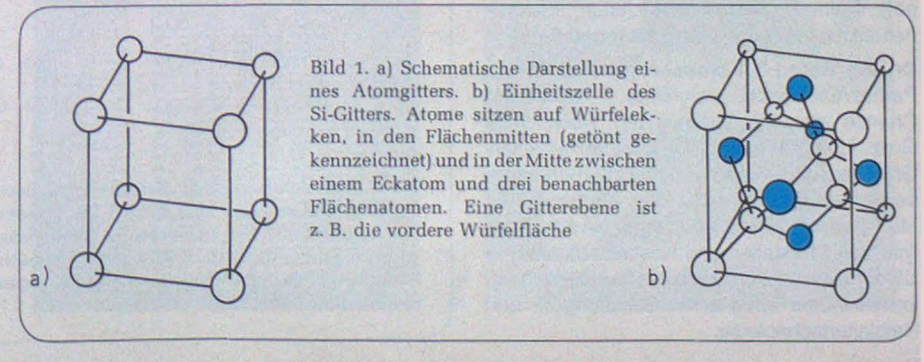


Bild 1. a) Schematische Darstellung eines Atomgitters. b) Einheitszelle des Si-Gitters. Atome sitzen auf Würfelecken, in den Flächenmitten (getönt gekennzeichnet) und in der Mitte zwischen einem Eckatom und drei benachbarten Flächenatomen. Eine Gitterebene ist z. B. die vordere Würfelfläche

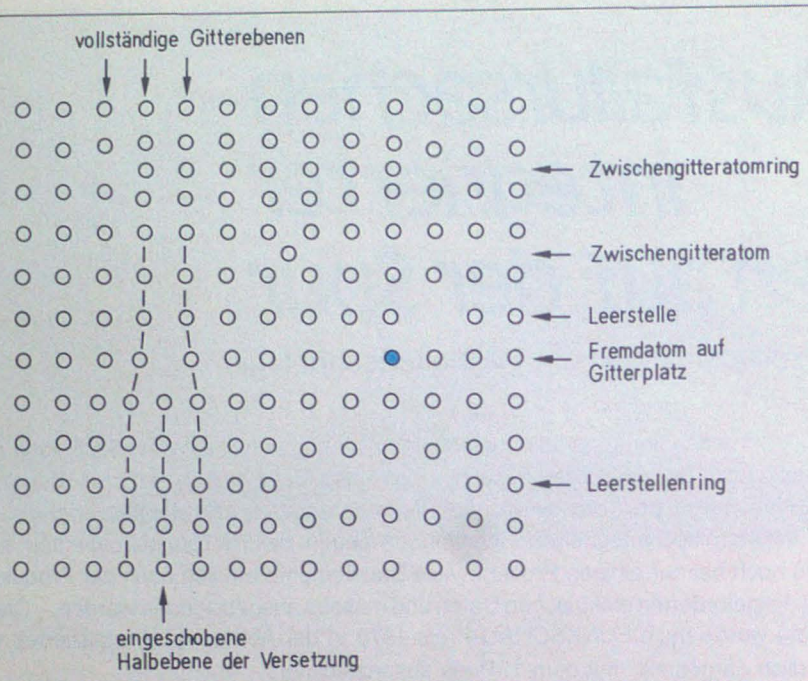


Bild 2. Verschiedene Grundformen von Kristallbaufehlern, schematisch dargestellt anhand einer Gitterebene

10 000 überschreiten kann und die Gitterstörung auf den Rand der Scheibe beschränkt ist (linienhafte Störung). Bei unserem einfachen Kristall bleibt die Kristallstruktur im Innern des Ringes ungestört; in den tatsächlich vorkommenden Kristallgittern jedoch führt ein solcher Ring zu einem flächenhaften Fehler in der Stapelfolge der Gitterebenen (Stapelfehler, siehe *Bild 3*).

Die eben eingeführte linienhafte Störung (die natürlich im allgemeinen nicht kreisrund ist) ist ein Sonderfall des wichtigen Kristallbaufehlers „Versetzung". Bild 2 enthält noch eine Stufenversetzung, die man sich durch unvollständiges Einschieben einer Gitterebene von der Kristalloberfläche her erzeugt denken kann. Ein anderer Versetzungstyp ist die Schraubenversetzung; diese verzerrt die Gitterebenen entlang ihrer Linie wendeltreppenförmig. Zwischen beiden Typen gibt es Übergänge.

Für das Folgende sind zwei Befunde wichtig: Erstens bilden Versetzungen einen relativ offenen „Kanal", durch den z.B. Dotierungsatome rasch diffundieren können. Zweitens können elastische Spannungen (genauer Scherspannungen) Versetzungen bewegen, wobei nur kleine Atomumlagerungen im Versetzungskern ablaufen (*Bild 4*). In Halbleitern bewegen und vervielfachen sich die Versetzungen oberhalb von einigen 100 °C leicht und so lange, bis die wirkenden Spannungen weitgehend abgesättigt sind. Bei solchen Prozessen entstehen im allgemeinen krummlinige Versetzungen; ein Beispiel werden wir weiter unten kennenlernen.

Elektronenmikroskopie

Sichtbar gemacht werden können Kristallbaufehler in einem Elektronenmikroskop, in dem die Wellennatur stark beschleunigter Elektronen und die Linsenwirkung rotationssymmetrischer Magnetfelder ausgenutzt wird. Die erreichbare Auflösung (in der Größenordnung von 1 nm) erlaubt zwar die Abbildung von Versetzungen und Stapelfehlern, reicht jedoch bislang nicht aus, einzelne atomare Fehler, z.B. Leerstellen, im Kristall sichtbar zu machen.

Wenn das Wirkungsprinzip des Elektronenmikroskops auch dem des optischen Lichtmikroskops entspricht, so ist das Zustandekommen des Abbildes eines Kristallbaufehlers jedoch verschieden und oft nur durch komplizierte Mathematik genau zu verstehen. Das Prinzip sei für eine Stufenversetzung erläutert (*Bild 5*). Wie jede elektromagnetische Welle gebeugt (reflektiert) werden kann, so werden auch die Elektronenwellen an einer Gitterebenenschar teilweise reflektiert, wegen der dreidimensionalen Gitterstruktur

Dr.rer.nat. Horst Strunk, geboren 1940 in Den Haag/Niederlande, studierte Physik an der Universität Stuttgart. Ab 1969 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Metallforschung, Institut für Physik, in Stuttgart. Seit August 1979 ist er Gastprofessor (visiting associate professor) an der Cornell University, Ithaca, N. Y., USA. Seine Arbeitsgebiete sind Kristallbaufehler und deren Einfluß auf die Eigenschaften von Festkörpern, Epitaxie und Kristallwachstum, Elektronenmikroskopie und Röntgentopografie.

Dr.-Ing. Bernd O. Kolbesen, geboren 1944 in Pernitz/Österreich, studierte Technische Chemie an der Technischen Hochschule Graz. 1970 trat er in die Abteilung Halbleiter-Grundlagenentwicklung des Unternehmensbereiches Bauelemente der Siemens AG, München, ein. Seine Arbeitsgebiete sind Analyse von Störstellen und Kristallbaufehlern in Silizium und Silizium-Halbleiterbauelementen, insbesondere integrierten Schaltungen, und Halbleitertechnologie.

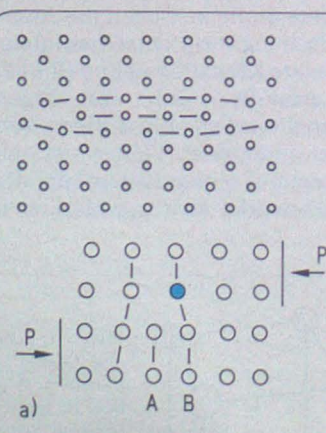


Bild 3. Stapelfehler; die Störung der regelmäßigen Stapelfolge des Gitters von unten nach oben wird hier durch einen Zwischengitteratomring verursacht (gilt sinngemäß auch für einen Leerstellenring)

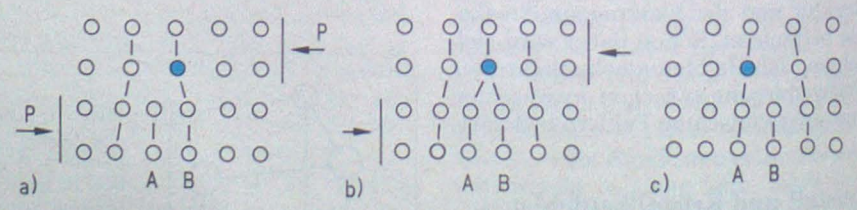


Bild 4. Ausschnitt aus Bild 2; Beispiel für die Bewegung einer Stufenversetzung unter einer außen angelegten elastischen Spannung P. Das getönt dargestellte Atom (a) bewegt sich nach links in eine Lage symmetrisch zu den beiden Gitterebenen A und B (b), die Bindung zum darunter liegenden Atom der Gitterebene B wird gelöst und nach einer weiteren Verschiebung mit dem Endatom der eingeschobenen Gitterebene A neu eingegangen (c): Die Versetzung hat sich um einen Gitterabstand weiterbewegt

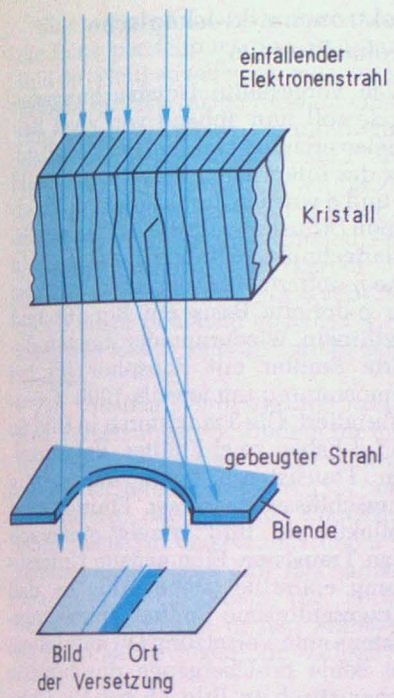


Bild 5. Abbildung einer Stufenversetzung im Elektronenmikroskop (die Gitterebenen des Kristalles sind angedeutet). Durch teilweise Reflexion fehlt dem durchgehenden Elektronenstrahl in der Nähe der Versetzung Intensität. Dies führt zu einer dunklen Linie im elektronenmikroskopischen Bild

jedoch nur unter einem bestimmten Winkel, der meist kleiner als 1° ist. Zur Abbildung wird der Kristall so orientiert, daß im ungestörten Kristallbereich gerade keine Reflexion mehr stattfindet; in der Nähe der Versetzung jedoch sind die Gitterebenen teilweise noch in die Reflexionsstellung gedreht. Im Elektronenmikroskop wird der an dieser Stelle reflektierte Strahl ausgeblendet und die Intensitätsverteilung des durchfallenden Strahles elektronenoptisch vergrößert, wobei dann die Versetzung sozusagen im Schattenwurf als dunkle, etwa 10 nm breite Linie sichtbar wird. Das so erhaltene Bild liegt *immer neben* dem geometrischen Ort der Versetzung (Abstand bis zu etwa 10 nm).

Welche Fortschritte brachte nun die neue Methode der Hochspannungs-Elektronenmikroskopie bei der Untersuchung von integrierten Schaltungen? Herkömmliche Elektronenmikroskope arbeiten mit Beschleunigungsspannungen um 100 kV. Elektronen werden jedoch wegen ihrer Ladung in Materie stark abgebremst, so daß in solchen Mikroskopen nur Folien von einigen 100 nm Dicke durchstrahlbar sind. Solche dünnen Folien enthalten jedoch nur einen Teil der elektrisch aktiven Schicht einer integrierten Schaltung, sie sind mechanisch nicht sehr stabil und schwierig herzustellen. Meist lassen sich auch nur sehr kleine Flächen (ca. 10 µm x 100 µm) so dünn präparieren. In der Praxis ist es aber nahezu unmöglich, *gezielt* gerade jene Stellen so dünn zu erhalten, die man in einer integrierten Schaltung von mehreren mm² Fläche untersuchen möchte. Diese Schwierigkeiten verhinderten letztlich größere Erfolge der herkömmlichen Elektronenmikroskopie bei der Untersuchung der Fehlerursachen integrierter Schaltungen.

Den entscheidenden Durchbruch brachte die Hochspannungs-Elektronenmikroskopie in Verbindung mit einem neuen Probenpräparationsverfahren. Mit diesem Verfahren können ganze Siliziumscheiben mit integrierten Schaltungen von der Rückseite her auf eine Dicke von wenigen µm gleichmäßig abgeätzt werden; aus diesen dünnen Scheiben lassen sich von jeder beliebigen Stelle Präparate entnehmen (siehe Schema in *Bild 6a*). Solche 1...5 µm dünnen Präparate von einigen mm Durchmesser sind mechanisch stabil, enthalten praktisch die gesamte elektrisch aktive Schicht der integrierten Schaltung und sind in Hochspannungs-Elektronenmikroskopen, die mit Spannungen um 1000 kV arbeiten, für die Elektronen durchstrahlbar (Bild 6c und 6d). Damit lassen sich in integrierten Schaltungen nun Kristallbaufehler, die elektrische Ausfälle verursachen, einfach auffinden und bestimmen.

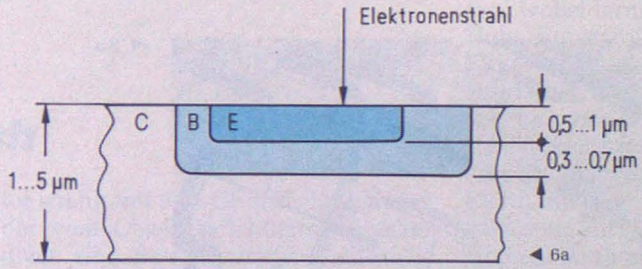
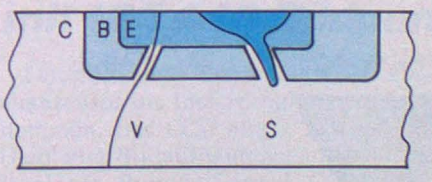
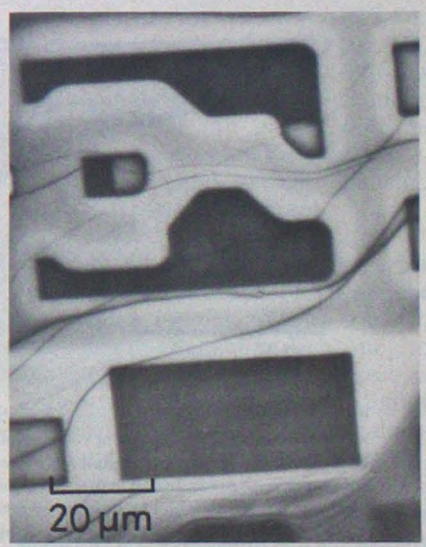


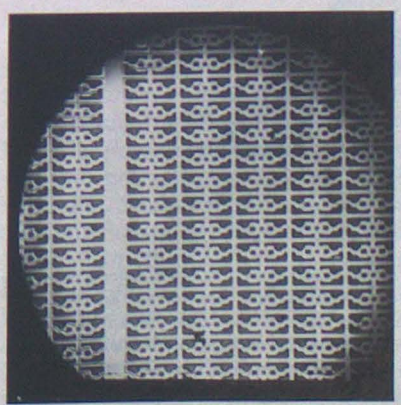
Bild 6. Elektronenmikroskopisches Großflächenpräparat.
a) Typische Größenverhältnisse am Beispiel eines npn-Transistors (C = Kollektor, schwach P-dotiert; B = Basis, B-dotiert; E = Emitter, hoch P-dotiert); im Elektronenmikroskop werden die einzelnen Transistorbereiche teilweise übereinander projiziert.
b) Schematische Darstellung der beobachteten und im Text beschriebenen Kristallbaufehler und deren Einfluß auf die Form des Emitters (V = Versetzung, S = Stapelfehler).
c) Lichtoptische Durchstrahlungsaufnahme eines Großflächenpräparates (Durchmesser 1 mm); bipolare npn-Transistoren.
d) Übersicht im Hochspannungs-Elektronenmikroskop. Die dünnen unregelmäßigen Linien werden durch Elektronenbeugung infolge einer leichten Verbiegung des Präparates erzeugt



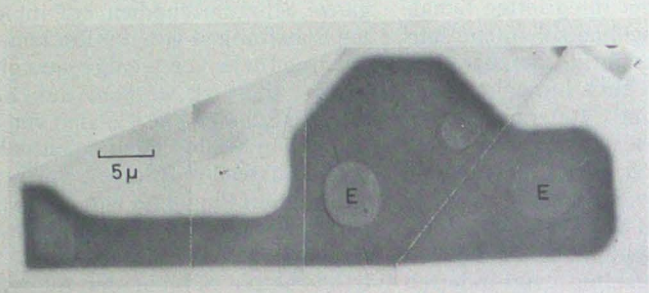
◄ 6b



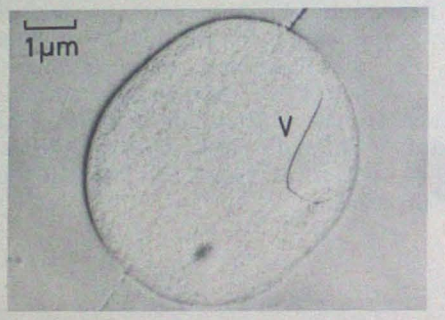
◄ 6c



► 6d

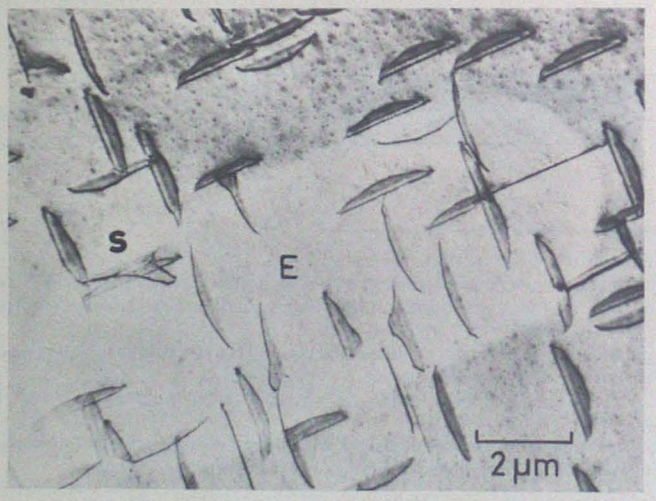


◄ 7 a

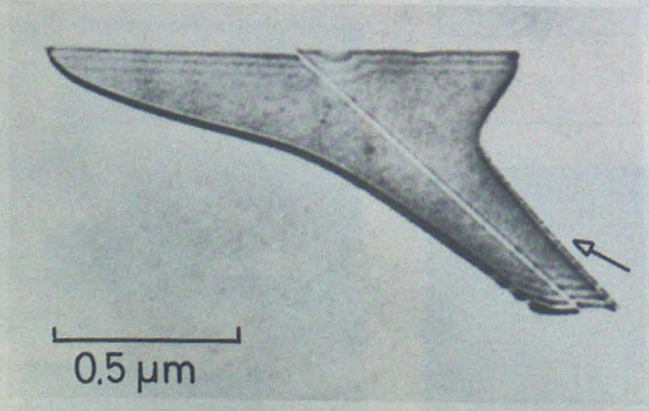


◄ 7 b

Bild 7. Defekter Transistor aus dem Präparat in Bild 6c. a) Übersicht (E = Emitterbereich); b) Emitter, der einen Kurzschluß zum Kollektor aufweist. Die sichtbare Versetzung V durchquert beide pn-Übergänge des Transistors (vgl. Bild 6b, bei V)



◄ 8 a



◄ 8 b

Bild 8. a) Emitter E und umgebender Basisbereich eines npn-Transistors mit Emitter-Kollektor-Kurzschluß. Hohe Dichte von Stapelfehlern, die sich halbmondförmig von der Systemoberfläche her in den Kristall erstrecken. S markiert einen kielförmigen Stapelfehler, der beide pn-Übergänge durchquert und den Kurzschluß verursacht (vgl. Bild 6b, bei S). b) Kielförmiger Stapelfehler in höherer Vergrößerung. Die teilweise oszillierend graue Fläche ist das elektronenmikroskopische Bild der Störung in der Stapelfolge des Kristalls

Elektronenmikroskopische Beobachtungen

Die vorgestellte Untersuchungsmethode soll nun anhand von zwei Beispielen erläutert werden. Die Transistoren der integrierten Schaltung in Bild 6c und d wurden durch aufeinanderfolgende Diffusionsschritte, wie in der Bipolartechnologie üblich, hergestellt. In eine n-dotierte Siliziumschicht werden die p-dotierte Basis mit Bor (B) und dorthinein wiederum der hoch-n-dotierte Emitter mit Phosphor (P) bei Temperaturen um jeweils 1000 °C eindiffundiert. Die Transistoren in Bild 6c und d haben zwei Emitter. Bei einzelnen Transistoren traten nun häufig Kurzschlüsse zwischen Emitter und Kollektor auf. *Bild 7a* zeigt einen solchen Transistor. Eine genaue Untersuchung enthüllte (siehe Bild 7b), daß kurzgeschlossene Emitter immer mindestens eine Versetzung (V) enthielten, die beide pn-Übergänge durchquerte (schematisch in Bild 6b bei V). Gelegentlich beobachtete Versetzungen, die nur einen pn-Übergang durchquerten, waren unschädlich.

Zur Erklärung der physikalischen Ursache für den Emitter-Kollektor-Kurzschluß erinnern wir uns an die erwähnte Kanalwirkung einer Versetzung: Bei der Emitterdiffusion können die Phosphoratome entlang einer vorhandenen Versetzung viel rascher diffundieren als im ungestörten Kristall. Erreichen sie dann den Kollektor, so entsteht ein n-dotierter „Schlauch" zwischen Emitter und Kollektor und somit ein echter Kurzschluß.

Bild 8a zeigt Emitter und umgebenden Basisbereich eines anderen, ebenfalls wegen eines Emitter-Kollektor-Kurzschlusses ausgefallenen Transistors. Ätzungsuntersuchungen zeigten zwar schon, daß sämtliche Transistoren dieses Typs, also gute wie auch schlechte, eine hohe Dichte von Stapelfehlern enthielten, die während der Basisdiffusion mit Bor von der Systemoberfläche halbmondförmig in den Kristall gewachsen waren. Aber erst das Elektronenmikroskop konnte die Kurzschlußursache aufklären: Alle defekten Transistoren enthielten im Emitter mindestens einen Stapelfehler (S), der kielförmig bis in den Kollektor gewachsen war (schematisch in Bild 6b bei S). In Bild *8b* ist ein solcher Stapelfehler vergrößert dargestellt. Da die Berandung des Stapelfehlers eine Versetzung darstellt, kann diese wie im vorigen Beispiel wieder zur Bildung eines n-dotierten Schlauches zwischen Emitter und Kollektor geführt haben.

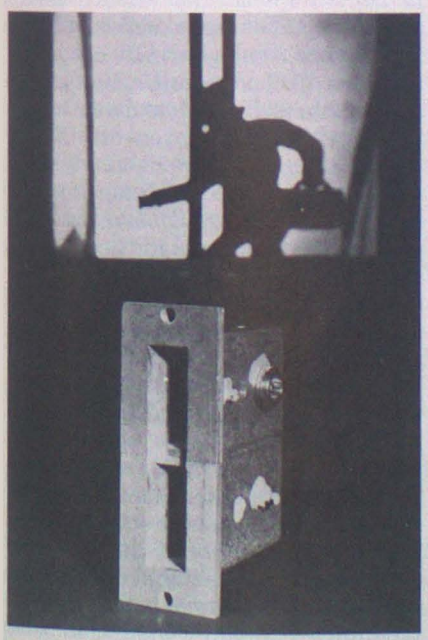
Eine weitere Fehlerursache ist durch die feine perlschnurartige Struktur in Bild 8b (Pfeil) angedeutet. Sie wird verursacht durch winzige Zusammenlagerungen metallischer Verunreinigungsatome im Spannungsfeld der Versetzung. An solchen „Ausscheidungen" werden leicht Elektron-Loch-Paare gebildet; diese rufen einen hohen Emitter-Kollektor-Sperrstrom hervor, der sich im Endeffekt wie ein Kurzschluß durch einen Schlauch auswirkt. Beide Einflüsse lassen sich also nicht scharf trennen.

Zur Ausbeuteverbesserung müssen also Versetzungen besonders im Emitterbereich vermieden werden. Geeignete Herstellungsverfahren können verhindern, daß atomare Kristallbaufehler sich zu Versetzungsringen zusammenlagern oder daß mechanische Spannungen entstehen, die vorhandene Versetzungen in den Emitterbereich hineinbewegen. Im zuletzt genannten Fall wurde die Keimbildung der Stapelfehler an der Systemoberfläche unterdrückt. Die Basis wird jetzt nicht mehr durch Bor-Diffusion hergestellt, sondern durch Bor-Implantation, bei der die Boratome in einem Ionenbeschleuniger in eine oberflächennahe Schicht des Kristalls eingeschossen werden.

Diese Beispiele zeigen, wie allein schon die Beobachtung von Großflächenpräparaten im Hochspannungs-Elektronenmikroskop helfen kann, die Ausbeute bei der Herstellung von integrierten Schaltungen direkt zu verbessern. Darüber hinaus ist diese Untersuchungsmethode von unschätzbarem Wert, um genaue Analysen elektrischer Eigenschaften mit bestimmten Kristallbaufehlern zu verbinden. Auf dieses weite Anwendungsgebiet einzugehen, hieße jedoch, den Rahmen dieser Einführung zu sprengen.

Bewegungsmelder im Mikrowellenbereich

Vom Raumschutz bis zur spritsparenden Ampelsteuerung reicht der Einsatzbereich eines neuen Bewegungsmelders von Siemens. Ein Gunnoszillator strahlt mit 9,35 GHz, als Empfänger der vom Objekt reflektierten Signale dient eine Schottkydiode. Beide Mikrowellenbauelemente befinden sich in einem Hohlleitergehäuse mit zwei Kammern, die an einer Seite offen sind. Das Kammernpaar wird als kompletter Modul SMX 5 (*Bild*) angeboten, der bei bewegten Objekten niederfrequente Signale liefert.



Ein Teil des Gunnoszillatorsignals (9,35 GHz) wird in den Empfängerresonator gekoppelt und in einer Schottkydiode mit dem reflektierten Empfangssignal gemischt. Ergibt sich beim Empfängersignal eine Frequenzverschiebung durch den Dopplereffekt, so ist an der Schottkydiode ein Mischprodukt im Nf-Bereich festzustellen und auszuwerten

Der Sensormodul arbeitet mit 5 mW im strahlungstechnisch unbedenklichen Bereich; die Reichweite liegt bei typisch 15 m und kann bis zu 50 m gehen. Objekte mit einer Bewegungskomponente in Richtung des Moduls bewirken nach dem Dopplereffekt eine Frequenzverschiebung des reflektierten Signals, die Ansprechzeit liegt unter 10 ms. Das Hohlleitergehäuse hat etwa die Maße einer Zigarettenschachtel. Auf der Strahlungsseite befindet sich ein flanschartiger Kragen als Montagehilfe. Bei + 8 V Versorgungsspannung benötigt der Modul einen Arbeitsstrom von maximal 150 mA.

Nach Art einer Lichtschranke läßt sich der Bewegungssensor zunächst für Raumschutz und Überwachung einsetzen, wobei tarnende Abdeckungen aus Holz, Kunststoff oder Keramik für die Mikrowellen kein unüberwindliches Hindernis sind. Auch Lichtsteuerungen kommen in Frage oder automatische Öffner für Tür und Tor. Verkehrsampeln könnten unabhängig vom Rhythmus der automatischen Signalsteuerung auf Grünlicht schalten, wenn sich ein Auto nähert und kein anderes Fahrzeug die Straße kreuzen will. Beträchtliche Energieverluste durch unnötig erzwungenes Anhalten ließen sich so vermeiden.

Bildaufnahmesensor mit 185 440 Bildpunkten

Fairchild hat einen weiteren Flächensensor ins Lieferprogramm aufgenommen. Das CCD 488 x 380 ist ein Halbleiter-Bildaufnahmeelement in Isoplanar Buried-Channel CCD-Technologie.

Dieser Baustein wurde für den Einsatz als hochauflösender Flächendetektor in verschiedenen wissenschaftlichen Bildaufnahmesystemen entwikkelt. Die Fotoelemente sind als Matrix von 488 horizontalen Zeilen und 380 vertikalen Spalten organisiert. Jede der 185 440 Fotozellen benötigt nur eine Fläche von 30 µm x 18 µm, wobei der lichtempfindliche Teil 18 µm horizontal und 12 µm vertikal beträgt. Die gesamte Aufnahmefläche ist 14,4 mm x 8,8 mm groß und ergibt ein Bildseitenverhältnis von 4:3. Die gewählte Auflösung von 488 x 380 ist kompatibel zur NTSC-Norm für Schwarzweiß-Fernsehkamera-Applikationen. Das CCD 488 x 380 ist in einem 36-Pin-Keramik-Gehäuse untergebracht. Standardelemente sind mit einem optischen Glasfenster versehen; für spezielle Anwendungen sind ebenso Bausteine ohne Glasfenster lieferbar.

Durch die Buried-Channel Technologie wird der Störpegel niedrig gehalten, daher ist der Einsatz auch bei schwachem Umgebungslicht möglich. Die hohe Fertigungsgenauigkeit der Zellenstruktur, kombiniert mit digitaler Steuerung der Videodatenausgabe, ermöglicht die präzise Identifizierung jedes einzelnen Signalwertes. Dies ist die Voraussetzung für die einfache Realisierung rechnergesteuerter Bildauswertung.

Labor-Experimentieranlage für digitale Video-Magnetbandaufzeichnung

Digitale Aufzeichnungstechniken für Videosignale sind bereits seit einiger Zeit im Gespräch, jedoch befindet sich ihre Entwicklung noch tief im Anfangsstadium. Um die Industrie auf dem laufenden zu halten und zu einer ausgeglichenen Meinungsbildung beizutragen, berichteten M. Lemoine und J. Diermann, zwei Entwicklungsingenieure der amerikanischen Firma Ampex, anläßlich der SMPTE-Tagung in San Francisco über eine von ihnen zu diesem Zweck entwickelte Versuchsanlage. Sie betonten jedoch ausdrücklich, daß es sich hierbei lediglich um einen „Lagebericht über einen experimentellen Recorder" und keinesfalls – trotz seiner hervorragenden Leistungen – um ein fertiges Produkt handele, und sie behaupteten nicht einmal, daß das von ihnen gewählte Aufzeichnungsformat auch nur annähernd ideal sei. Nach ihrer Meinung wird es noch einige Jahre dauern, bis ein dem tatsächlichen Bedarf der Fernsehindustrie entsprechender Digital-Videorecorder angeboten werden kann.

Bereits auf der SMPTE-Winterkonferenz in Atlanta wurde von den beiden genannten Ingenieuren über theoretische Überlegungen hinsichtlich der für Digital-Videoaufzeichnungen geeigneten Techniken berichtet, wobei als Vergleichsmaßstab die herkömmliche 1-Zoll-Analogtechnik diente. Nachdem dann J. Baldwin von der IBA anläßlich der International Broadcast Conference in London ein entsprechendes Experimentiergerät beschrieben und vorgeführt hatte, stellten die beiden Ingenieure bei der letzten SMPTE-Tagung in San Francisco nunmehr eine Experimentieranlage vor, die in der Zwischenzeit bei Ampex entwickelt wurde. Sie ist keineswegs ein fertigentwickeltes System, sondern soll lediglich Untersuchungen an verschiedenen technischen Möglichkeiten für digitale Videomagnetbandaufzeichnungen ermöglichen und ein besseres Verständnis für die mit der Verarbeitung solcher Digitalsignale zusammenhängenden Probleme vermitteln.

Grundlagen

Von einer Digital-Videoaufzeichnung erwartet man in erster Linie hervorragende Wiedergabequalität. Die erste Wiedergabe einer Aufnahme soll von der Direktübertragung praktisch nicht zu unterscheiden sein, und selbst nach häufigem Abspielen erwartet man weit geringere Qualitätsverluste als bei einer herkömmlichen Analog-Aufzeichnung.

Naturgemäß erfordert die digitale Aufzeichnung von Videosignalen mit Studioqualität sehr hohe Bitraten. In diesem Zusammenhang sind deshalb Methoden zur Datenkompression sehr wichtig, wobei man sich aber darüber klar sein muß, daß jedes derartige Verfahren die Wiedergabequalität irgendwie beeinträchtigt. Um sich alle Möglichkeiten offen zu halten, wurde die hier vorgestellte Anlage zunächst ohne derartige Einrichtungen entwickelt; sie ist daher in der Lage, jedes 625- oder 525-Zeilen-Videosignal mit einer Graustufung von 8 bit zu verarbeiten.

Die entsprechend der Informationstheorie zu stellende Forderung nach einer Abtastfrequenz, welche mindestens doppelt so hoch wie die höchste zu übertragende Signalfrequenz ist, kann bei dieser Anlage bequem erfüllt werden; sie arbeitet mit einer Abtastfrequenz von mindestens dem Dreifachen, unter Umständen sogar dem Vierfachen der Hilfsträgerfrequenz. Unter Berücksichtigung einer 8-bit-Zerlegung ergeben sich damit die in *Tabelle 1* zusammengestellten Bitraten von mindestens etwa 86 Mbit beziehungsweise 106 Mbit je Sekunde, bezogen auf die drei wichtigsten Fernsehnormen.

Die Aufzeichnung derartig hoher Bitraten bedeutet naturgemäß hohen Magnetbandverbrauch. Dementsprechend ist der Bandbedarf der Versuchsanlage auch weit höher als bei herkömmlicher Schrägspur-Analogtechnik mit ihren üblichen 10 Quadratzoll/s. Hier kam es zunächst jedoch gar nicht darauf an, die wirtschaftlichen Grenzen der Digital-Aufzeichnung zu erreichen, vielmehr wollte man mit dieser Anlage feststellen, wo die oberen Qualitätsgrenzen dieser Aufzeichnungsart liegen. Von einem solchen Ausgangspunkt läßt sich dann nämlich weit besser feststellen, wie weit Kompromisse zwischen niedrigerem Bandverbrauch und der dabei unvermeidlichen Wiedergabebeeinträchtigung nötig und zulässig sind.

Solche Kompromisse ergeben sich beispielsweise bei höherer Aufzeichnungsdichte und der damit verbundenen höheren Fehlerrate – wobei dann gegebenenfalls für Fehlerkorrektur oder -maskierung ein höherer Aufwand anzusetzen ist. Auch bei Datenkompression – etwa mit Digitalisierung bei unter dem Nyquist-Kriterium liegenden Abtastfrequenzen, durch Differenz-Pulscodemodulation, mit Kombinationen dieser beiden Techniken oder mit anderen Verfahren, werden Kompromisse nötig.

Tabelle 1. Zusammenhang zwischen Abtastfrequenz und Bitraten für verschiedene Fernseh-Normen

Fernseh-Norm		Abtastfrequenz $2 \times f_{sc}$	$3 \times f_{sc}$	$4 \times f_{sc}$	Einheit
NTSC	Frequenz	7,2	10,7	14,3	MHz
	Bitrate	57,6	85,6	114,4	Mbit/s
PAL	Frequenz	8,9	13,3	17,7	MHz
	Bitrate	70,9	106,3	141,8	Mbit/s
SECAM	Frequenz		13,3	17,7	MHz
	Bitrate		106,3	141,8	Mbit/s

Zur Zeit steht noch nicht fest, ob im Hinblick auf das Preis/Leistungs-Verhältnis solche Kompromisse nötig oder auch nur wünschenswert sind. Die durch geringeren Bandverbrauch, geringeres Gewicht und kleineren Archivraumbedarf zu gewinnenden Kosteneinsparungen werden vermutlich hauptsächlich von der Bandqualität abhängen, und sie können durch den eventuell höheren Preis je Quadratzoll Magnetband und die umfangreicheren Fehlerkorrektureinrichtungen unter Umständen wieder aufgehoben werden.

Aufzeichnungsformat

Von verschiedenen Autoren wurde immer wieder darauf hingewiesen, daß digitale Videoaufzeichnungen in wirtschaftlicher Weise nur mit sehr kleiner Spurbreite und nicht zu kurzen Aufzeichnungswellenlängen möglich sind. Nun ist aber das Einhalten sehr enger Spuren um so schwieriger, je länger diese Spuren sind; aus diesem Grunde hat sich beim Arbeiten mit engen Spuren die Queraufzeichnung mit ihrer verhältnismäßig kurzen Spurlänge bewährt. Daher wählte man auch für die Experimentieranlage ein Quadruplex-Queraufzeichnungssystem mit 2" Magnetbandbreite. Wie sich noch zeigen wird, ist allerdings hier die Bezeichnung „Quadruplex" nicht mehr zutreffend.

Die Verarbeitung von 86 Mbit/s für NTSC-Norm – also von etwa 43 MHz je Kopf/Magnetband-Kanal – hätte einer Verdoppelung der bisher für Quadruplexanlagen üblichen Relativgeschwindigkeit zwischen Kopf und Band auf rund 76...102 m/s erfordert; eine solche Geschwindigkeitserhöhung ist aber unerwünscht. Zum einen vervierfachen sich dabei die auf die Abtasteinrichtung ausgeübten Zentrifugalkräfte, zum zweiten läßt sich dann der Energieaustausch zwischen Kopf und Band nicht mehr so genau vorhersagen, und zum dritten werden dann die Laufgeräusche störend.

Das Problem ist jedoch lösbar, weil sich in Digitalsystemen ohne weiteres Parallel- oder Serienbetrieb durchführen läßt: Bei zwei parallelgeschalteten Köpfen hat dann jeder Kanal nur die Hälfte des Bitflusses zu verarbeiten (also 43 Mbit/s), und man braucht nur Relativgeschwindigkeiten der bisher üblichen Größenordnung. Darüber hinaus bietet ein solcher Zweikanalbetrieb noch weitere Vorteile im Hinblick auf Signalfehlerkorrektur und Dropout-Kompensation.

Zur praktischen Verwirklichung des Zweikanalbetriebes wurde der Kopfträger anstelle von vier mit acht Köpfen bestückt, so daß sich gemäß *Bild 1* ein „Oktoplex"-System ergibt. Zu jedem Betriebs-Zeitpunkt sind von diesen acht Köpfen jeweils zwei aktiv. Sie erhalten ihre Signale aus Pufferspeichern, die abwechselnd aus einem A/D-Umsetzer mit Daten versorgt werden; vor der eigentlichen Aufzeichnung werden dann jedem Signal noch Identifizierungs- und Fehlersuchbits hinzugefügt. Zur Aufzeichnung dient ein Miller²-Code, d. h. einer derjenigen Codes, welche die Tatsache berücksichtigen, daß sich Gleichspannungs- und sehr niederfrequente Signale kaum magnetisch aufzeichnen lassen. Die wichtigsten Daten des Aufzeichnungsformates sind in *Tabelle 2* zusammengestellt.

Beim Abspielen werden die Signale vom Band über die Köpfe aufgenommen, aufbereitet und decodiert, wobei die mitaufgezeichneten Identifizierungssignale zum Ausgleich von Synchron- und Zeitbasisfehlern dienen (*Bild 2*). Stellen mit Dropout werden von einem Signalfehlersystem erkannt und maskiert, dessen Leistungsfähigkeit für den subjektiven Eindruck des wiedergegebenen Bildes maßgeblich ist. Durch Überprüfen des jedem Video-„Wort" mitgegebenen Paritäts-Bit stellt dieses System jeden Einzelbitfehler und jeden Dropout fest; diese Fehler werden dann durch getrennte Interpolation von entsprechenden Luminanz- und Chrominanzsignalen aus der vorangegangenen und der folgenden Bildzeile wieder ausgeglichen.

Tonsignalaufzeichnung

Die Forderung nach häufiger Wiederabspielbarkeit bezieht sich nicht nur auf das Bild-, sondern auch auf das Tonsignal. Auch hier muß ein geeignetes Signalfehlerkorrektursystem sicherstellen, daß mindestens die Qualität moderner, professioneller Tonbandmaschinen erreicht wird. Solche Forderungen sind nach Meinung der Entwickler nur durch digitale Tonsignalaufzeichnung zu erfüllen, wobei nach Möglichkeit die bereits für die Videosignalverarbeitung vorhandenen Digital-

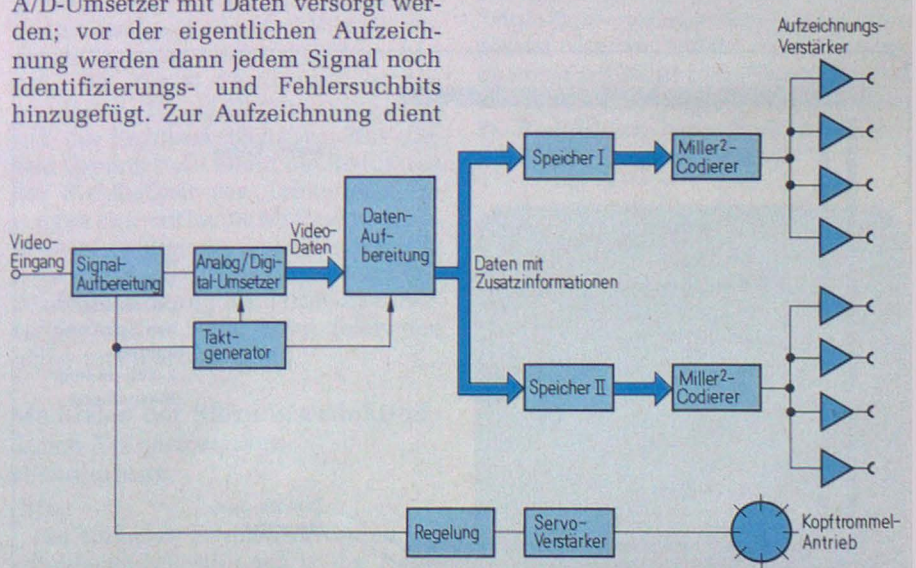


Bild 1. Blockschaltung der experimentellen Digital-Videomagnetband-Anlage bei Aufzeichnung

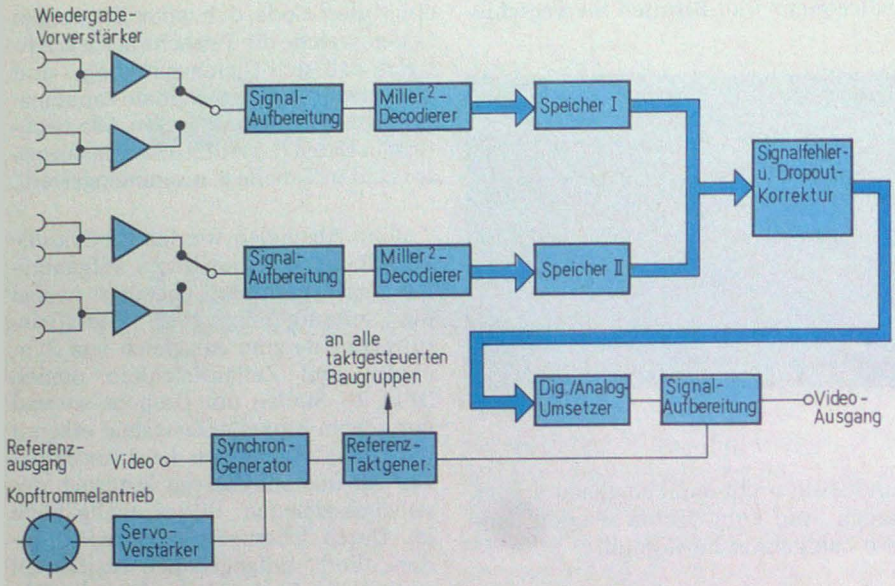


Bild 2. Blockschaltung der experimentellen Digital-Videomagnetband-Anlage bei Wiedergabe

Tabelle 2. Aufzeichnungsformat der experimentellen Digital-Videoaufzeichnungs-Anlage

Spurbreite	127 µm
Sicherheitsabstand zwischen den Spuren	63,5 µm
Relativgeschwindigkeit zwischen Magnetband und Kopf	40,64 m/s
Magnetband-Vorlaufgeschwindigkeit	38,1 cm/s
Lineare Aufzeichnungsdichte	1,063 kbit/mm
Anzahl der Bildzeilen je Kopfpaar-Abtastung	16

einrichtungen mit ausgenutzt werden sollten.

Das bedeutet jedoch, daß für die Tonsignalabtastung ein Takt verwendet werden muß, der sich mit dem Abtasttakt für das Videosignal synchronisieren läßt. Diese Forderung wäre mit einem 50-kHz-Takt sowohl für die 525- als auch für 625-Zeilen-Normen gut zu erfüllen, nur lassen sich leider diese 50 kHz nicht ohne weiteres in den 32-kHz-Takt umsetzen, der sich für Nf-Aufzeichnungen in Europa bereits eingebürgert hat. Dennoch wurde für das Experimentiergerät ein solcher 50-kHz-Takt gewählt. Die Tonsignal-Auflösung beträgt 16 Bit, und sicherheitshalber wird jede Tonspur doppelt aufgezeichnet, um die Dropoutsicherheit zu erhöhen; dennoch auftretende Dropouts werden von einem Signalfehlersystem erkannt und entsprechend korrigiert.

Zusätzlich zu den Digital-Tonkanälen, welche über die Video-Aufzeichnungs- und Wiedergabekanäle mitlaufen, sind noch ein oder zwei Longitudinalspuren für Schneidanweisungen (Cue-Spur) u. ä. mit geringerer Qualität wünschenswert. *Bild 3* läßt erkennen, wie alle diese Spuren auf dem 2 Zoll breiten Magnetband unterbracht sind.

Vorführung

Eine Vorführung der experimentellen Digital-Videomagnetband-Anlage mit Test- und Standbildern sowie mit echten Fernsehkamera-Aufnahmen bewies die Brauchbarkeit des hier eingeschlagenen Weges und die hervorragende Wiedergabequalität. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß diese Versuchsanlage noch keinerlei Maßnahmen zur Einsparung von Magnetband enthielt. Die hiermit erreichten Ergebnisse dürften jedoch ein guter Ausgangspunkt für weitere Arbeiten sein, denn von der maximal erreichbaren Qualität ausgehend, läßt sich leicht beurteilen, welche Zugeständnisse hinsichtlich der Bildqualität zulässig sind, wenn man niedrigen Bandverbrauch, höhere Aufzeichnungsdichte u. ä. nicht nur im Labor, sondern auch im praktischen Einsatz verwirklichen will. –be–

(Nach Unterlagen der Firma Ampex)

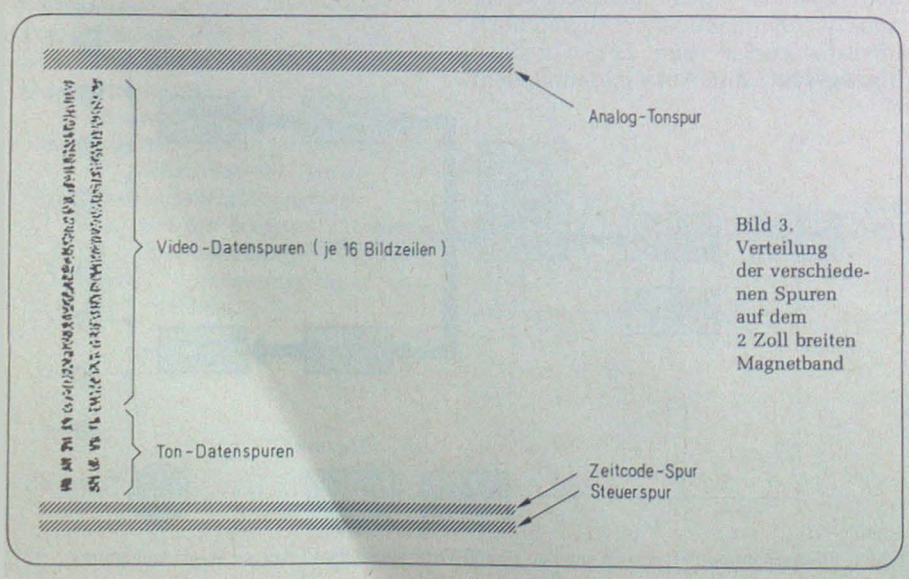


Bild 3. Verteilung der verschiedenen Spuren auf dem 2 Zoll breiten Magnetband

„Leistungsfähige" CB-Funkgeräte

Die Sommerkamp-Fabrik berichtet per Telex direkt aus Japan, daß mehrere Lastkraftwagenfahrer verhaftet wurden, weil sie die dortigen Fernmeldegesetze übertreten hatten. Die japanische Postbehörde fand heraus, daß ihre LKWs mit CB-Funkgeräten ausgestattet waren, die in der Betriebsart AM 1 kW (ein Kilowatt) leisteten. Aufmerksam wurde man darauf, nachdem sich zunächst unerklärliche Unfälle an computergesteuerten Ampelanlagen ereigneten. Die Elektronik dieser Verkehrsampeln war solchen starken Hf-Feldern nicht gewachsen und bewirkte beträchtliche Störungen des normalen Verkehrsablaufs durch unkontrollierte Fehlschaltungen. Ta.

Dr. Pierre Meyrat

Vergrößerung der Übertragungskapazität von Kabelfernsehnetzen

Kabelfernsehanlagen erfordern besondere Techniken zur störungsfreien Übertragung von sehr vielen Programmen. Begrenzt wird die Kapazität von Übertragungsnetzen durch Intermodulationsstörungen infolge Nichtlinearität und Rauschen der Verstärker. Die Kapazität von solchen Netzen kann jedoch erhöht werden (größere Übertragungsdistanz und mehr Programme), wenn es gelingt, die Sichtbarkeit der Intermodulationsprodukte zu verringern.

Im folgenden wird gezeigt, daß durch eine Verkopplung der Trägerfrequenzen sowie eine neue Methode von Störungs-Offsets in der Kopfstation eine erhebliche Reduktion der Intermodulationsstörungen erzielt werden kann. Daraus resultieren erhebliche Kostenvorteile sowohl für bestehende als auch für neue Netze. Ältere Netze können so mit einer größeren Programmzahl belegt werden, ohne die Verstärker auswechseln zu müssen, und bei neuen Netzen lassen sich die Reichweiten wesentlich erhöhen bzw. die Kosten der Netzerstellung senken.

Möglichkeiten zur Störungsreduktion

Kabelfernsehnetze werden so bemessen, daß die Störungen am Ende eines Systems unterhalb der Wahrnehmbarkeit bleiben. Die hier beschriebenen Techniken verringern nun die Entstehung und die Störwirkung von Intermodulationsprodukten durch eine spezielle Trägerfrequenzwahl in erheblichem Maße. Das Verfahren beruht darauf, daß alle entstehenden Intermodulationsprodukte in eine exakte, vorbestimmte Relation zu den Trägerfrequenzen gebracht werden. Die Störungen liegen dann entweder direkt auf den Trägerfrequenzen oder in einer ganz bestimmten Offsetlage. Von diesem Effekt wird in ähnlicher Weise bei der Senderplanung zur Reduktion von Gleichkanalstörungen Gebrauch gemacht sowie auch beim Farbfernsehen bei der Übertragung des Farbhilfsträgers.

Solche Methoden sind beim Kabelfernsehen jedoch nur selten angewandt worden, weil in üblichen Kanalrastern die entstehenden Störungen derart vielfältig sind, daß sie nur noch mit aufwendigen Rechenprogrammen erfaßt werden können. Es läßt sich aber zeigen, daß es Methoden gibt, welche die Sichtbarkeit der auftretenden Störungen um mehr als 15 dB reduzieren.

Intermodulation tritt in Kabelfernsehnetzen grundsätzlich in zwei unterschiedlichen Formen auf, und zwar als Kreuzmodulation (Übertragung des Bildinhaltes eines störenden Programms auf das gestörte Programm) sowie in Form von Interferenzstörungen bzw. Triple-Beats, d.h. Mischprodukten aus zwei oder drei Bildträgern, die als Moiré im gestörten Bild erscheinen. Die zweite Störungsart ist um mindestens 15...20 dB kritischer bezüglich der Sichtbarkeitsgrenze. Aus diesem Grunde stellt allein die Reduktion der Sichtbarkeit von Triple-Beat-Störungen eine wirksame Methode zur Kapazitätserweiterung von Kabelfernsehnetzen dar. Die möglichen Methoden zur Verminderung von Triple-Beat-Störungen sollen deshalb im folgenden näher untersucht werden.

Methoden der Störungsreduktion durch Trägerfrequenzverkopplung

Offset

Ein einfacher Frequenzoffset mit bescheidenen Investitionen in der Kopfstation bringt bereits wesentliche Verbesserungen, speziell für bestehende Kabelfernsehnetze. Eine vorhandene Kanaleinteilung kann z.B. so modifiziert werden, daß alle Trägerfrequenzen die Summe von ganzzahligen Vielfachen plus der Hälfte der Zeilenfrequenz sind (*Bild 1*). Alle Störungen 2. Ordnung (Summen- und Differenzfrequenzen) liegen dann im Halbzeilen-Offset zu den Trägerfrequenzen. Die Sichtbarkeit dieser Störungen wird damit um etwa 20 dB reduziert. Die erforderliche Frequenzkonstanz beträgt ± 500 Hz.

Offset kann aber auch die Sichtbarkeit von Störungen 3. Ordnung (Triple-Beats) reduzieren. Da aber diese Störungen nicht durch eine generelle (gemeinsame) Frequenzschiebung in Halbzeilen-Offset gesetzt werden können, muß dafür ein anderes Frequenzschema verwendet werden. Die meisten Triple-Beat-Störungen können in Offset gesetzt werden, indem die Trägerfrequenzen mit steigenden Abständen von Kanal zu Kanal festgelegt werden (*Bild 2*). Rediffusion bezeichnet diese Methode als „Progressiv-Offset".

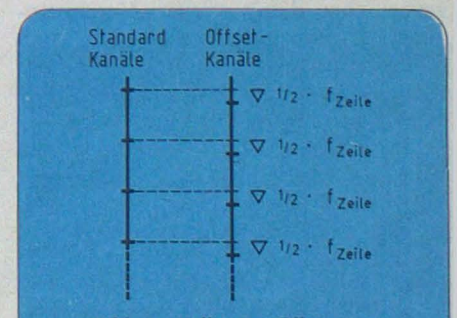


Bild 1. Halbzeiten-Offset zur Verringerung der Sichtbarkeit von Störungen 2. Ordnung

Geringfügig gekürzte deutsche Fassung des Vortrages „Techniques to increase the channel carrying capacity and the supply radius of CATV systems", gehalten auf dem XI. internationalen Fernsehsymposium in Montreux vom 27. Mai bis 1. Juni 1979.

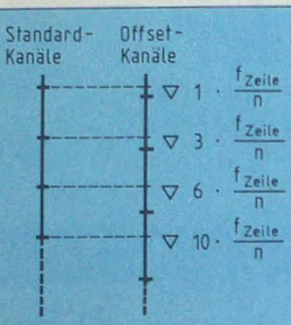


Bild 2. Progressiv-Offset zur Verringerung der Sichtbarkeit von Störungen 3. Ordnung

Offsetraster zur Reduktion von Störungen 2. und 3. Ordnung können auch kombiniert werden, um optimale Störverhältnisse zu erreichen. Diese Methode wurde in einem bestehenden Netz bereits mit Erfolg angewandt.

Harmonische Verkopplung

Weitere Verbesserungen können durch eine phasenstarre Verkopplung der Bildträger erzielt werden, wenn alle Bildträger ganzzahlige Vielfache des Kanalabstandes sind. Diese sogenannte „harmonische Verkopplung" ist in den USA verschiedentlich diskutiert und in einigen Fällen auch realisiert worden. Die harmonische Verkopplung führt dazu, daß alle Intermodulationsstörungen zwischen Trägern synchron auf dem Nutzträger liegen. Dadurch wird eine Reduktion der Sichtbarkeit für den einzelnen Störer von mehr als 14 dB erreicht.

Probleme können bei der phasenstarren Verkopplung jedoch dadurch entstehen, daß sich möglicherweise sowohl Träger als auch Störprodukte in einem Phasenverhältnis befinden, welches eine extrem hohe Summenamplitude zur Folge hat. Im ungünstigsten Fall können sich dadurch Träger oder Störungen spannungsmäßig addieren (6-dB-Addition). Dieser Umstand ist in doppelter Hinsicht nachteilig. Einerseits werden alle Verstärker mit einem höheren Summenpegel belastet und verursachen damit stärkere Verzerrungen, andererseits addieren sich auch die Störprodukte spannungsmäßig und verursachen dadurch eine größere Gesamtstörung (*Bild 3*).

Um diesen Fall zu vermeiden, hat man bei Rediffusion ein System der Trägerfrequenzerzeugung entwickelt, bei dem die Frequenzen aller Träger in einem festen Verhältnis stehen, deren Phasen jedoch kontinuierlich verändert (bzw. gewobbelt) werden. Dadurch entsteht zwischen Träger und Störern eine absolut zufällige Phasenbeziehung. Die Addition der einzelnen Komponenten des Summensignals erfolgt damit leistungsmäßig und nicht spannungsmäßig (*Bild 4*).

Die harmonische Verkopplung führt zu einem Kanalraster, dessen Trägerfrequenzen nicht den europäischen Standardfrequenzen nach CCIR entsprechen. Auch die UKW-Träger lassen sich nicht in ein harmonisches Raster einbeziehen. Diese Einschränkung wird aber durch die anschließend beschriebene inkrementale Verkopplung überwunden.

Inkrementale Verkopplung

Jede Abweichung vom harmonischen Kanalraster ergibt eine Vielzahl von neuen Intermodulationsprodukten, welche nicht mehr synchron zu den Bildträgern sind und deshalb einzeln berücksichtigt werden müssen. Es läßt sich indessen zeigen, daß auch andere als harmonische Kanaleinteilungen mit Hilfe einer sogenannten „inkrementalen Verkopplung" und zusätzlichen Offsets bezüglich ihrer Störwirkung erheblich verbessert werden können.

Bei der inkrementalen Verkopplung fällt ein Teil der Intermodulationsprodukte immer noch synchron auf die Bildträger und ist deshalb weniger sichtbar. Die Sichtbarkeit aller übrigen, nicht harmonisch verteilten Störprodukte kann wesentlich reduziert werden, indem man sie derart im Spektrum plaziert, daß sich ein Minimum der Sichtbarkeit ergibt. Dies bedeutet, daß für alle verschiedenen Störungskomponenten geeignete Offsetbedingungen geschaffen werden müssen. Um die Probleme der Pegeladdition von Trägern und Störern (wie vorstehend beschrieben) zu lösen, müssen die Phasen der Träger in gleicher Art gewobbelt werden.

Folgerungen

Durch die Anwendung von verkoppelten Trägern unter Einhaltung bestimmter Offsetbedingungen kann eine Verringerung der Störabstände um etwa 15 dB erzielt werden. Die Offsetbedingungen für sämtliche mit den Nutzträgern nicht phasenstarr verkoppelten Störungen lassen sich für verschiedenste Fernseh- und UKW-Kanaleinteilungen ermitteln, was am rationellsten mit Hilfe eines Rechenprogramms erfolgt.

Auswirkungen der Störungsreduktion

Auswirkungen auf bestehende Netze

Vorteile für bestehende Netze ergeben sich vor allem dadurch, daß eine wesentliche Störungsverbesserung allein durch Maßnahmen in der Kopfstation erreicht werden kann, also ohne Auswechseln von Verstärkern im Netz. Durch Trägerverkopplung lassen sich Netze, welche für eine geringe Programmzahl berechnet wurden, mit einem Vielfachen der Programmzahl beaufschlagen. Z.B. könnte ein Netz, das bezüglich Störungen 2. Ordnung für vier Programme konzipiert ist, unter Annahme einer Verbesserung des Störabstandes um 15 dB, mit über 30 Programmen belegt werden. Auch hinsichtlich der Störungen 2. Ordnung sind wesentliche Verbesserungen erreichbar.

Die Kapazität älterer Kabelfernsehnetze, die noch nicht mit Gegentaktverstärkern ausgerüstet sind, wird meist durch Störungen 2. Ordnung begrenzt. Die Eigenschaften solcher Netze können durch den vergleichsweise einfachen Progressiv-Offset bereits wesentlich verbessert werden. Die erzielten Verbesserungen an einem bestehenden System betrugen 22 dB bezüglich Störungen 2. Ordnung.

Neben der Erweiterung der Programmkapazität bleibt in der Regel noch eine Reserve, die sich zur Erhöhung der Störsicherheit, für kleinere Anpassungen des Netzes durch Verlängerung der Verstärkerkaskade oder zu einer Pegelerhöhung von Verteilverstärkern verwenden läßt. Es soll auch

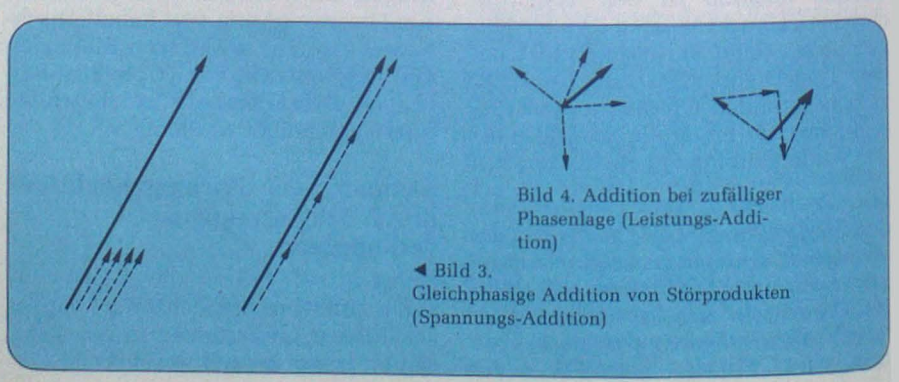


Bild 4. Addition bei zufälliger Phasenlage (Leistungs-Addition)

◀ Bild 3.
Gleichphasige Addition von Störprodukten (Spannungs-Addition)

darauf hingewiesen werden, daß sich die beschriebene Störungsverminderung nicht nur auf das eigentliche Übertragungssystem auswirkt, sondern auch Verbesserungen auf der Teilnehmerseite bringt, z.B. bei den Fernsehempfängern und Zusatzgeräten.

Auswirkungen auf neue Netze

Die Trägerverkopplung in Verbindung mit dem Störungs-Offset ermöglicht eine Kostensenkung durch höhere Ausgangspegel der Verstärker bzw. eine maßgebliche Erhöhung der Kaskadierbarkeit. Die folgenden Beispiele wurden mit den heute üblichen Bedingungen für die Netzkonzeption (Begrenzung durch Triple-Beat-Störungen) und unter der Annahme errechnet, daß die Dynamik der Verstärker (△IMA/△ Pegel entsprechend 2 : 1) nicht überschritten wird.

Die größten Kostenvorteile entstehen in der Verteilnetzebene. Unter Zugrundelegung einer Störabstandsverminderung von 15 dB können bei unveränderter Störaufteilung auf die verschiedenen Netzebenen die Verteilverstärker um 7,5 dB höher gepegelt werden. Jeder Verstärker kann damit einen erheblich größeren Bereich versorgen, bzw. es werden entsprechend weniger Verstärker (bis zu 40 %) benötigt. Noch größer werden die Vorteile, wenn die gesamte Störungsverbesserung nur der Verteilebene zugute kommt (Voraussetzung Störaufteilung 50 : 50). Die Pegel können dann bis zu 10 dB erhöht werden.

Die Vorteile für die Primärebene sind praktisch ebenso augenfällig. Wenn die gesamte Störungsverbesserung nur der Primärstrecke zugute kommt, ergeben sich folgende Möglichkeiten: Erhöhung der Verstärkerabstände, Verwendung dünnerer Kabel oder wesentliche Erhöhung der Kaskadierbarkeit.

Die Verstärkerabstände auf Primärstrecken könnten um 45 % (bzw. um 60 % mit sogenannten Long-reach-Verstärkern) vergrößert werden, wenn die Verstärkung von 22 dB auf 32 dB bzw. von 16 dB auf 26 dB erhöht wird. Für lange Primärstrecken, wo sehr dämpfungsarme Kabel eingesetzt werden müssen, bringt allerdings in der Regel der Übergang zu dünneren Kabeln größere Kostenvorteile als die Vergrößerung des Verstärkerabstandes. Anstelle eines Kabels mit 2,5 dB/100 m könnte man ein Kabel mit 3,6 bzw. 4 dB/100 m verwenden.

Unter der Voraussetzung einer gleich hohen Verstärkung in den Primärverstärkern wie in einem herkömmlichen System ergibt die beschriebene Methode der Trägeraufbereitung in der Kopfstation eine Vergrößerung der Kaskadierbarkeit um den Faktor 3. Dadurch wird es möglich, extrem lange Primärstrecken zu verwirklichen.

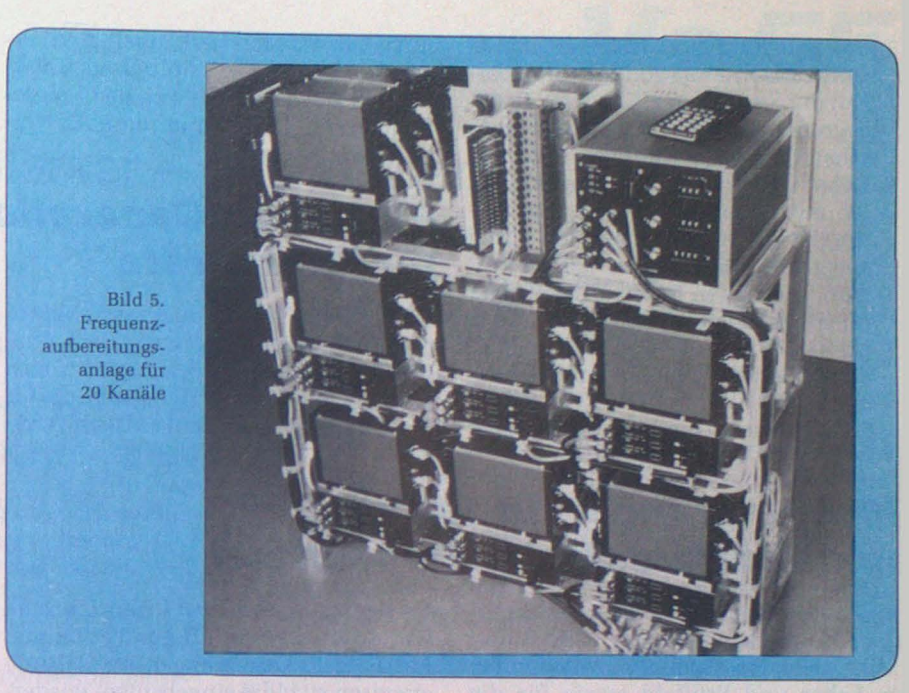


Bild 5. Frequenzaufbereitungsanlage für 20 Kanäle

Die gerechneten Beispiele zeigen deutlich, daß beim Bau neuer oder bei der Modernisierung bestehender Netze aufgrund der aufgezeigten Möglichkeiten noch Reserven ausgeschöpft werden können, die die Wirtschaftlichkeitsüberlegungen stark beeinflussen.

Praktische Ergebnisse

Um die theoretisch ermittelten Ergebnisse zu überprüfen, hat Rediffusion eine Frequenzaufbereitungsanlage für 20 Kanäle entwickelt (*Bild 5*), mit der z.Z. Feldversuche durchgeführt werden. Ein zentraler Referenzgenerator erlaubt die Erzeugung aller notwendigen Trägerfrequenzen mittels Frequenzsynthese. Die genaue Lage der inkremental verkoppelten Träger kann dabei über Vielfache der Zeilenfrequenz gewählt werden. Die Störungen lassen sich in Schritten von $^1/_{12}$ der Zeilenfrequenz in Offset setzen. Der Phasenwobbler für die Träger ist in die Schaltung für die phasenstarre Verkopplung jeder Kanalaufbereitung integriert. Die Bedienungs- und Kontrollelemente sind für jeweils drei Kanalaufbereitungen auf einer Frontplatte zusammengefaßt.

Die z.Z. noch nicht abgeschlossenen Feldversuche brachten folgende vorläufige Resultate:

1. Es konnte gezeigt werden, daß bezüglich Intermodulation der Bildträger in einem inkremental verkoppelten Kanalraster die Kreuzmodulation der begrenzende Faktor ist. Die Sichtbarkeit von Störungen (speziell von Triple-Beats) wurde, wie vorausgesagt, um ca. 15 dB reduziert. *Bild 6* und *7* zeigen den Unterschied zwischen einem normalen und einem verkoppelten Kanalraster bei gleichem Ausgangspegel.
2. In einem inkremental verkoppelten Kanalraster einschließlich Tonträger läßt sich die Verbesserung von 15 dB ebenfalls realisieren, wenn keine Nachbarkanäle belegt werden.

Bild 6. Schirmbild bei normalem Kanalraster

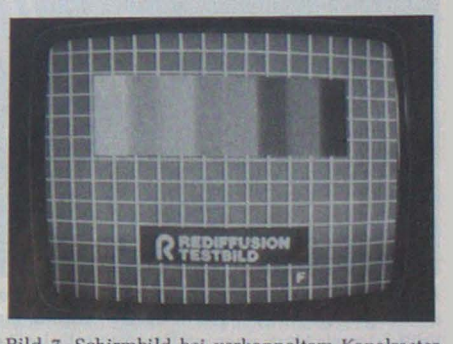


Bild 7. Schirmbild bei verkoppeltem Kanalraster und gleichem Ausgangspegel wie in Bild 6

3. Bei Belegung von Nachbarkanälen beträgt die Reduktion der Sichtbarkeit der Störungen z. Z. nur 8...10 dB, begrenzt durch Triple-Beats zwischen Bild- und Tonträger.
4. Es hat sich erwiesen, daß es möglich ist, auch die Sichtbarkeit von Störungen durch den Fernsehton durch geeignete Maßnahmen zu verringern. Störungen durch UKW-Träger im Fernsehbereich bzw. Störungen im UKW-Bereich sind Gegenstand der gegenwärtig laufenden Untersuchungen.
5. Pilotträger, die im Kanalraster nicht inkremental verkoppelt sind, erzeugen zusätzliche Triple-Beats. Diese können jedoch in Offset zu den Trägerfrequenzen gelegt und deshalb vernachlässigt werden.

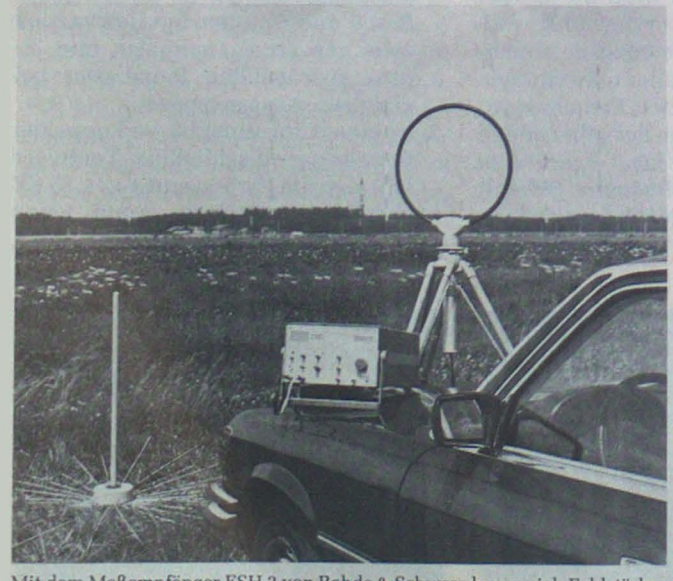
Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die kurzen, bis jetzt durchgeführten Feldversuche sehr ermutigende Resultate brachten.

Meßempfänger für Nutz- und Störfeldstärke-Messungen

Für sehr genaue Feldstärkemessungen, Störmessungen nach CISPR und MIL, selektive Spannungsmessungen in Labor und Prüffeld sowie für die Funküberwachung im Frequenzbereich 10 kHz...30 MHz stellte Rohde & Schwarz den Meßempfänger ESH 2 vor. Das Gerät *(Bild)* erfaßt den Pegelbereich von −30 dB (µV) bis +137 dB (µV), ist extrem übersteuerungsfest und hat einen Meßfehler von weniger als einem dB bei Spannungsmessungen, die in dem Bereich 30 nV bis 3 V stattfinden können.

Der gesamte Frequenzbereich läßt sich quasikontinuierlich wahlweise in 10-kHz-Schritten oder 100-Hz-Schritten durchstimmen. Die eingestellte Frequenz ist quarzgenau über eine sechsstellige LED-Anzeige ablesbar. Neben dem linearen 20-dB-Anzeigebereich stehen noch zwei logarithmische von 40 dB und 60 dB zur Verfügung. Für Feldstärkemessungen im Gelände erweisen sich die eingebauten, wiederaufladbaren Batterien als vorteilhaft, die anstelle des Netzteils eingesetzt werden können.

Durch Erweiterung des Meßempfängers ESH 2 mit magnetischen und elektrischen Antennen entsteht das Feldstärkemeßgerät HFH 2, welches neben Nutzfeldstärkemessungen nach CCIR-Empfehlungen und Messungen bei der Funkkontrolle und -überwachung auch Störfeldstärkemessungen nach den einschlägigen Vorschriften der MIL, CISPR, VDE und VG erlaubt. Die entsprechenden Ergänzungen wie Hf-Stromwandler, aktiver und passiver Tastkopf sowie Netznachbildung sind als Option erhältlich.

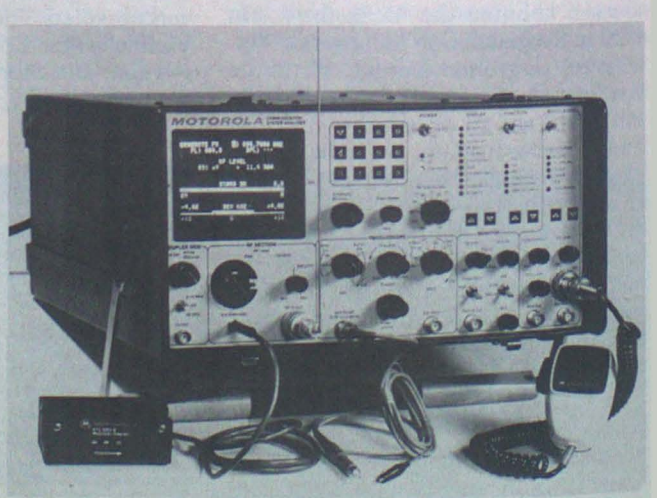


Mit dem Meßempfänger ESH 2 von Rohde & Schwarz lassen sich Feldstärkemessungen, Störmessungen, selektive Spannungsmessungen in Labor und Prüffeld sowie Messungen zur Funkkontrolle im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz durchführen

Eine neue Generation von Meßplätzen für Funkgeräte

Durch die Anwendung von Mikroprozessoren vereinigt der System-Analyzer R 2001 A von Motorola in sich zehn der wichtigsten Meßgeräte, die für die Messungen an Funkanlagen erforderlich sind. Das Gerät ist sowohl als Meßsender, Hub- und Modulationsmesser, Spectrum-Analysator und Frequenzzähler zu verwenden. Ferner lassen sich Duplex-Ablagen und Ruftöne erzeugen. Aber auch als Digital-Voltmeter für Gleich- und Wechselspannung kann das Gerät eingesetzt werden. Natürlich sind auch ein Hf-Wattmeter (bis 125 W) und ein Oszilloskop eingebaut. Zusätzlich kann der Analysator noch als SINAD-Meter sowie als Wobbel- und Nf-Generator verwendet werden. Ein IEEE-488-Bus-Anschluß für automatische Messungen ist als Option lieferbar. Um den Anforderungen der Praxis gerecht zu werden, kann sowohl das Wechselspannungsnetz (50/60 Hz, 110 V/220 V) als Stromversorgung dienen wie auch die 12-V-Fahrzeugbatterie oder der als Option erhältliche Akku-Satz. Das Gerät ist stoß- und vibrationsfest. Über eine alphanumerische Anzeige auf dem Schirm des Oszilloskops *(Bild)* lassen sich alle Funktionen kontrollieren.

Ferner können in einen Speicher, dessen Inhalt auch bei ausgeschaltetem Gerät erhalten bleibt, häufig benutzte Frequenzen oder ähnliche Daten abgespeichert werden. Auf dem 8 cm x 10 cm großen Bildschirm werden alle wichtigen Meß-Parameter digital angezeigt. Selbst eine quasi-analoge Leuchtbalkenanzeige ist zur Verdeutlichung bestimmter Meßdaten möglich.



Ein Mikroprozessor macht dieses Gerät zu einem Helfer in Labor und Service

Blatt 1 und 2 erschienen in Heft 23, Blatt 3 und 4 in Heft 24/1979.

Vs 55

Der Operationsverstärker – Grundlagen

2.7 Die Wahl des Operationsverstärkers

Es gibt hinsichtlich der Kompensation drei Arten von Operationsverstärkern. Wie sich aus Abschnitt 2.6 ergibt, bedeutet „Kompensation" immer

a) eine gewollte, wesentliche Verschlechterung des Amplitudenganges und

b) einen um so größeren Verlust an Verstärkung, je einfacher die Kompensation ist.

Aufwendige Kompensationsmaßnahmen bewirken eine Amplitudenabsenkung bei verringerter Phasendrehung. Die 3-dB-Grenzfrequenz liegt bei höheren Frequenzen als bei einfacher Kompensation.

Fall A

Der Operationsverstärker wird ohne jede interne Kompensation geliefert. Im Datenblatt sind keine Angaben über die Frequenzkompensation enthalten.

Als Beispiel sei hier der TCA 321 genannt. *Bild 20* zeigt seine Leerlaufverstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz. Die 3-dB-Grenzfrequenz liegt bei etwa 200 kHz. An dem Amplitudenverlauf sieht man, daß bis zur Frequenz 100 MHz etwa drei RC-Glieder im Verstärker auf den Amplitudengang Einfluß nehmen. Die Bedingung $V < 1$ bei $-180°$ wird also nicht erfüllt (vgl. Bild 18, nichtkompensierter Verstärker).

Derartige Verstärker haben eine sehr hohe Grenzfrequenz und eine optimale slew rate. Sie sind stets zu verwenden, wenn die Arbeitsfrequenzen über 100 kHz liegen, und sind extern zu kompensieren. Sie bringen gute Ergebnisse, sind aber kritisch in der Einstellung.

Fall B

Der Operationsverstärker ist durch innere Beschaltung kompensiert, d.h. seine Verstärkung ist durch eine RC-Kombination mit niedriger Grenzfrequenz so stark abgesenkt, daß der Verstärker ohne zusätzliche äußere Schaltmaßnahmen stabil arbeitet.

Man erkennt das auch an der Verstärkungskurve. Sie besitzt nur einen, bei einer sehr tiefen Frequenz liegenden Knick. Beispiel: TBA 221 (*Bild 21*). Hier heißt es im Datenblatt: „Einfache Handhabung" (das bedeutet: keine äußeren Kompensationsmaßnahmen) und ferner: „Durch die interne Frequenzkompensation ist der externe Bauteileaufwand gering. Die Verstärkungsabsenkung um 6 dB pro Oktave ergibt eine sehr gute Stabilität."

Wie Bild 21 (Leerlaufverstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz) zeigt, liegt die 3-dB-Grenzfrequenz bei etwa 5 Hz. Bei Nf, z. B. bei 10 kHz, ist deshalb die Verstärkung schon um etwa 70 dB abgesunken. Ein solcher Verstärker ist also für diesen Zweck unbrauchbar. Außerdem ist die slew rate sehr gering. Der Verstärker ist zwar sehr einfach in der Anwendung und unbedingt stabil, aber für die meisten Zwecke zu langsam.

Fall C

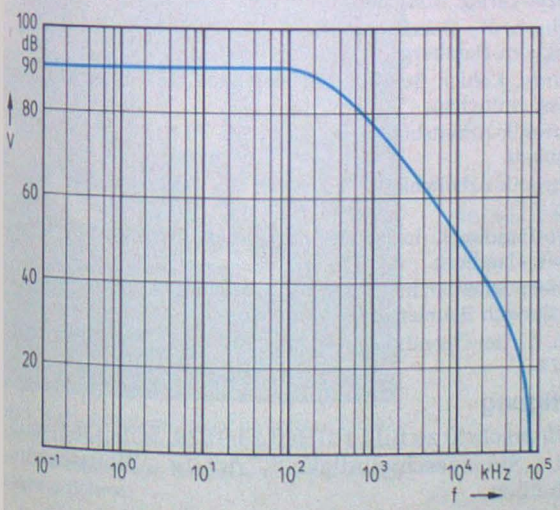
Dieser Operationsverstärker stellt einen Kompromiß dar zwischen den beiden Grenzfällen A und B. Als Beispiel sei der TAA 861 erwähnt. Hier heißt es in den Daten: „Einfache Frequenzkompensation". *Bild 22* bringt den Verlauf der Leerlaufverstärkung (a, $C_k = 0$) sowie einen Schaltungsvorschlag (b) für die äußere Frequenzkompensation (s. a. Bild 15).

Diese Art von Verstärkern besitzt eine interne, teilweise Phasenkorrektur (vgl. Bild 19). Ihre 3-dB-Grenzfrequenz liegt etwa zwischen 10 und 50 Hz. Sie sind für Nf gerade noch verwendbar und können auch ohne Kompensation noch stabil sein, wenn der Abschlußwiderstand nicht kapazitiv ist.

3. Anhang

3.1 Ableitung der Gleichung (1)

Vorausgesetzt wird, wie schon erwähnt,daß in den Eingang des Operationsverstärkers kein nennenswerter Signalstrom fließt, daß demnach der aus R_1 und R_N und bestehende



◄ Bild 20. Amplitudenverlauf eines Operationsverstärkers ohne interne Kompensation; Beispiel: TCA 321 [10]

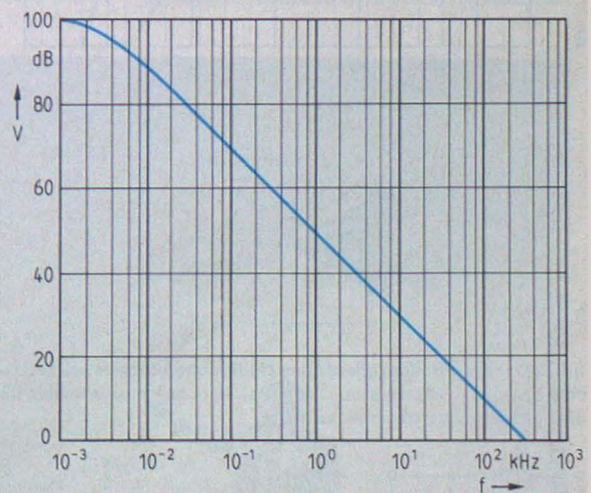


Bild 21. Amplitudenverlauf eines Operationsverstärkers mit interner Kompensation und niedriger Grenzfrequenz, der ohne zusätzliche äußere Schaltelemente stabil arbeitet; Beispiel: TBA 221 [10]

Spannungsteiler unbelastet ist (Bild 2). Dann ist der Strom I_1, der durch den Spannungsteiler fließt, gegeben durch

$$I_1 = \frac{U_1 - U_o}{R_1 + R_N}$$

und für die Spannung gilt

$$U_N = U_1 - R_1 \cdot \frac{U_1 - U_o}{R_1 + R_N}$$

Ferner ist (s. Abschnitt 1.4)

$$U_N \cdot V = (-U_o)$$

Aus beiden Gleichungen folgt

$$\frac{(-U_o)}{V} = U_1 - R_1 \cdot \frac{U_1 - U_o}{R_1 + R_N}$$

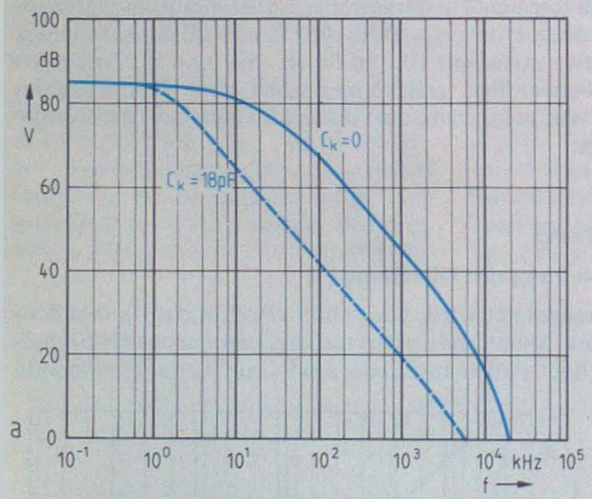
$$\frac{(-U_o)}{V} \cdot (R_1 + R_N) = U_1 \cdot R_N + U_o \cdot R_1$$

$$U_1 = (-U_o) \cdot \left[\frac{1}{V} + \frac{1}{V} \cdot \frac{R_1}{R_N} + \frac{R_1}{R_N}\right]$$

$$\frac{U_1}{(-U_o)} = \frac{1}{V} + \frac{R_1}{R_N} \cdot \left(1 + \frac{1}{V}\right)$$

Die Leerlaufverstärkung V ist $\gg 1$. Demnach ist $1 + \frac{1}{V} \approx 1$ und

$$\frac{U_1}{(-U_o)} = \frac{1}{V} + \frac{R_1}{R_N}$$



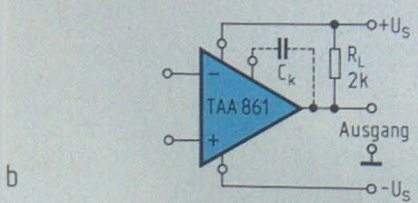


Bild 22. a) Amplitudenverlauf eines Operationsverstärkers mit einfacher Frequenzkompensation (TAA 861); b) Schaltungsvorschlag für die äußere Frequenzkompensation

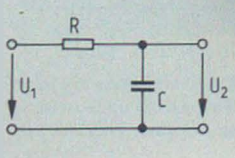


Bild 23. RC-Glied (einfacher passiver Tiefpaß)

Ist außerdem $V \gg \frac{R_N}{R_1}$, so vereinfacht sich die Gleichung zu

$$\frac{U_1}{(-U_o)} = \frac{R_1}{R_N} = \frac{1}{V'} \quad (1)$$

3.2 Ableitung der Gleichung (4)

Vorausgesetzt wird ein idealer Operationsverstärker. Nach Bild 3 ist $U_D = U_o/V$, und bei $V \to \infty$ wird $U_D \approx 0$. In den Operationsverstärker fließt kein Signalstrom, der Spannungsteiler R_N, R_1 ist unbelastet. Dann gilt nach Bild 3 wegen $U_D \approx 0$

$$U_2 = \frac{R_1}{R_N + R_1} \cdot U_o \qquad U_o = U_2 \cdot \left(1 + \frac{R_N}{R_1}\right)$$

$$V' = \frac{U_o}{U_2} = 1 + \frac{R_N}{R_1} \quad (4)$$

3.3 Frequenzabhängigkeit der Amplitude beim (passiven) RC-Tiefpaß

Aus *Bild 23* folgt

$$\underline{V} = \frac{\underline{U_2}}{\underline{U_1}} = \frac{\frac{-j}{\omega C}}{R - \frac{-j}{\omega C}} = \frac{1}{\frac{R \cdot \omega C}{-j} + 1} = \frac{1}{1 + j\,R \cdot \omega C}$$

$$v = \frac{U_2}{U_1} = \frac{|\underline{U_2}|}{|\underline{U_1}|} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + (\omega\,RC)^2}}$$

Für die Grenzfrequenz gilt demnach
$2 \cdot \pi \cdot f_{gr} \cdot R \cdot C = 1$.
Ist $\omega > \omega_g$, dann wird $(\omega\,RC)^2 \gg 1$ und

$$v = \frac{1}{\omega\,RC}.$$

D.h. aber, wenn ω verdoppelt wird, fällt v auf die Hälfte ab. Also nimmt v pro Oktave um 6 dB oder pro Dekade um 20 dB ab.

Literatur

[1] *Achterberg, H.*: Operationsverstärker, Grundlagen. Valvo Unternehmensbereich Bauelemente, Hamburg 1.

[2] *Tietze, U.; Schenk, Ch.*: Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer-Verlag, Berlin.

[3] *Graeme, J.G.; Tobey, G.E.; Huelsman, L.P.*: Operational Amplifiers, Design and Applications. McGraw-Hill Book Co., New York.

[4] Differenz-Verstärker I. Elektronik-Arbeitsblätter Bd. 11, Vs 51. Franzis-Verlag, München.

[5] *Bendisch, D.*: Operationsverstärker. Alfred Neye-Enatechnik, Quickborn-Hamburg.

[6] *Renardy, Köhler, Schiffel*: Fachzeichnen Elektronik. Franzis-Verlag, München.

[7] Elektronik-Arbeitsblätter Bd. 9, Fi 21, Vs 61. Franzis-Verlag, München.

[8] Elektronik-Arbeitsblätter Bd. 6, Os 21. Franzis-Verlag, München.

[9] Valvo-Handbuch: Integrierte Linear-Schaltungen 1973. Valvo GmbH, Hamburg.

[10] Siemens-Datenbuch: Lineare Schaltungen 1979/80. Siemens AG, Bereich Bauelemente, München.

[11] *Brun, K.*: Der Operationsverstärker. FUNKSCHAU 1970, Heft 6, S. 177.

Berichtigung

In der Unterschrift zu Bild 10 (Heft 23/1979, Seite 1365) muß es statt „Sinusgeschwindigkeit" richtig „Sinusschwingung" heißen.

Olivgrüne Elektronik

Zum vierten Male wurde in der Wiesbadener Rhein-Main-Halle die M.E.D.E.–Military Electronics Defence Expo – abgehalten. Zwischen dem 25. und dem 27. September 1979 hatten 128 gemeldete Aussteller aus 17 Nationen Europas und der Übersee die Möglichkeit, Elektronik für den militärischen Bereich vorzustellen, und zwischen 2000 und 2500 Besucher nahmen täglich die Gelegenheit wahr, sich über diese Technik zu informieren.

Diese Zahlen bestätigen die Bedeutung, die diese Ausstellung im Laufe der letzten Jahre erlangt hat; sowohl Aussteller als auch Besucher zeigten sich zufrieden.

Trotz der hohen Sicherheitsvorkehrungen, die für diese Messe getroffen werden, ist es der Presse innerhalb eines gewissen Rahmens möglich, über die elektronischen Geräte und Einrichtungen zu berichten; wenn dabei auch keine Geheimnisse veröffentlicht werden, so sind im folgenden doch interessante Anwendungen besprochen.

Zu Lande,...

Eine neue Generation passiver Infrarot-Video-Sensoren stellte die Vertriebsgesellschaft für Informations- und Kommunikationsanlagen, *Inform*, vor. Es handelt sich dabei um ein Gerät, das von einem Punkt aus ein Meßfeld im Umkreis von 360° auf Temperaturänderungen überprüft.

Bild 1. Wenn der Infrarotsensor im unteren Teil des Gerätes eine Temperaturänderung feststellt, richtet der Schwenkkopf die Fernsehkamera auf diesen Punkt aus (Inform)

Herz dieses Gerätes Infoscan (*Bild 1*) ist ein Infrarotsensor im oberen Teil des zylinderförmigen Gehäuses. Diesem Sensor wird über einen um 45° geneigten Spiegel ein Temperaturbild in einer Meßkeule zugeführt. Der Spiegel rotiert um die Längsachse des Zylinders und tastet somit den vollen Umkreis von 360° ab. Tritt in einem Winkelbereich eine Temperaturänderung auf, so meldet dies der Sensor in Verbindung mit der entsprechenden Winkelangabe an eine Zentraleinheit. Von dieser Zentraleinheit wird wiederum ein Schwenkkopf mit Fernsehkamera, der auf dem zylinderförmigen Gehäuse montiert ist, angesteuert und auf den Punkt der Temperaturänderung ausgerichtet. Mit dieser Einrichtung läßt sich eine Fläche von maximal 10 000 m² mit einer einzigen Kamera höchst effizient überwachen. Anwendung kann das Infoscan aber sicher nicht nur im militärischen Bereich finden, sondern auch z. B. bei Banken, Museen oder Werksgeländen.

Vielfältige Möglichkeiten für den Einsatz im militärischen Bereich bieten sich für Fernseh-Großbildprojektoren. Dabei muß man aber davon ausgehen, daß dort zumeist andere Anforderungen gestellt weden als bei Projektoren für den Heimgebrauch. Man benötigt neben erheblich größeren Projektionsbildern – bis zu 200 m² Projektionsfläche – eine brilliante, bis an den Rand scharfe Darstellung mit hoher Leuchtdichte.

Auf diesem Gebiet hat sich die Firma *Gretag* mit dem System Eidophor profiliert, das seit mehr als 20 Jahren keinen ernsthaften Konkurrenten neben sich hat. Mit Eidophor ist die Direktübertragung live aufgezeichneter Farbfernsehbilder ebenso möglich wie die Darstellung von Datensignalen und Radarbildern. So ist es möglich, Kapitänen, Piloten und Mannschaften an Simulatoren eine realitätsnahe Ausbildung zu geben; den Aspiranten werden auf großen Projektionsflächen per Rechnersteuerung Situationen vorgeführt, auf die sie entsprechend reagieren müssen. In Kommando- und Überwachungszentren lassen sich Informationen jeder Art auf Großleinwände projizieren, Lagepläne werden ebenso wiedergegeben wie grafische Darstellungen (*Bild 2*); der Sandkasten der Militärs ist passé.

...zu Wasser...

Auf Schiffen werden für viele Zwecke Angaben zum Kurs des Fahrzeuges benötigt. Bei kleineren Schiffen genügt es allerdings oft, wenn nur ein einziger, mit geringem Fehler anzeigender Kompaß vorhanden ist. Von diesem lesen der Nautiker ebenso wie der Kapitän und der Steuermann den Kurs ab. Auf größeren Schiffen hingegen ist das nicht mehr möglich; da werden auf der Brücke genauso Kursangaben benötigt wie auf dem Peildeck, und der Weg dazwischen ist meist sehr weit. Deshalb sind auf größeren Schiffen sogenannte „Mutterkompasse" installiert

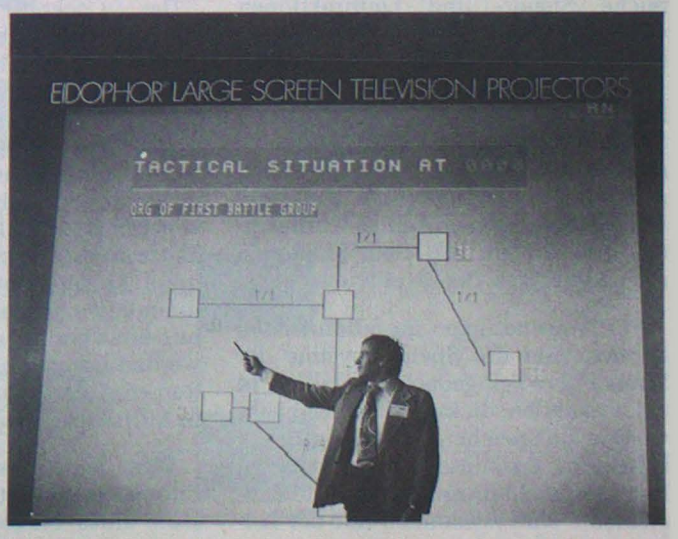


Bild 2. ▶ Mit dem Eidophor lassen sich Farbfernsehbilder bis zu einer Größe von 200 m² projizieren (Gretag)

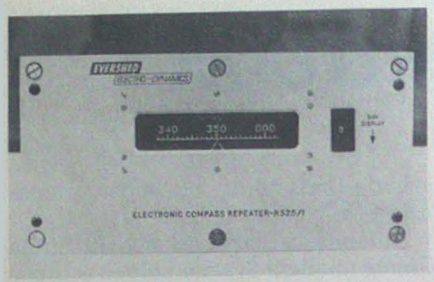


Bild 3. Der Compass Repeater von Evershed verbindet die Vorteile der digitalen und analogen Anzeige

– meist hochgenaue Kreiselkompasse –, die über einen Geber die Tochterkompasse, oder auch Compass Repeater genannt, ansteuern.

Die Vorteile der digitalen Anzeige wurden bei dem Compass Repeater (*Bild 3*) von *Evershed Electronic Dynamics* mit denen der analogen Anzeige verknüpft. Auf einem Plasmadisplay mit 125 x 14 Punkten wird ein Ausschnitt von 25 Winkelgraden mit einer Auflösung von 0,2° rotleuchtend dargestellt. Das Display gibt also einerseits eine Information über die Geschwindigkeit der Kursänderung, und andererseits werden klar lesbar Ziffern ausgegeben. Der Repeater ist vollelektronisch aufgebaut und kann ebenso über einen Synchronkanal wie auch über einen Datenbus angesteuert werden. Die maximale Leistungsaufnahme liegt bei 10W.

An elektronischen Datenverarbeitungsanlagen waren die Verteidigungskräfte schon immer interessiert; die größten und teuersten kann man vornehmlich im militärischen Bereich finden. Bedingt durch die technologischen Fortschritte erwachte aber auch das Interesse an Mikrocomputern, die in den heutigen Waffensystemen zahlreiche Steuer- und Leitfunktionen übernehmen können. Es gibt jetzt einige Mikroprozessoren mit militärischer Zulassung, die ebenso für den kommerziellen Bereich erhältlich sind. So bietet es sich geradezu an, Programm- und Systementwicklungen auf den billigen Systemen wie Z80 oder 8080 abzuwickeln und danach mit Bauteilen nach den MIL-Spezifikationen die endgültigen Geräte aufzubauen.

Für Anwendungen im militärischen Bereich sind die Speichersystme der Firma *Fabri-Tek* gedacht. Installiert in einem stabilen, dickwandigen Gehäuse werden die Speicherkarten selbst durch kräftigste Erschütterungen in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt; die Bauelemente sind zusammen mit der Leiterplatte in einer Masse vergossen. Die Speichereinheit mit einem Gewicht von knapp 1,5 kg und den Abmessungen 24 cm x 15 cm x 4 cm besitzt eine Speicherkapazität von maximal 32 K x 18 bit und wird in Schiffen, Flugzeugen und Panzern eingesetzt.

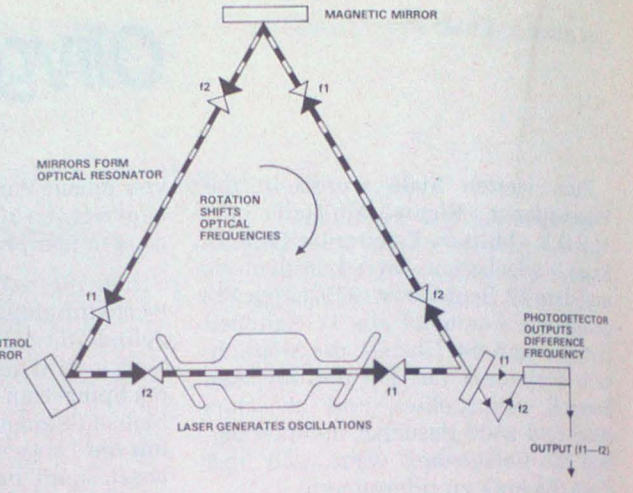


Bild 5. ▶ Das Prinzip des Laser-Gyroscopes (Sperry-Gyroscope)

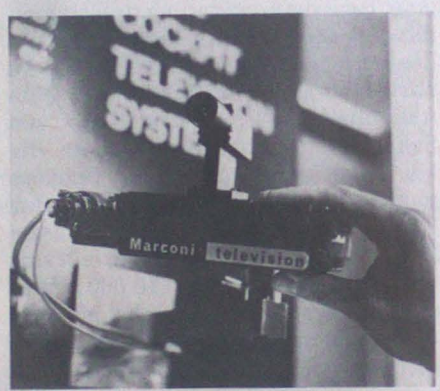


Bild 4. Diese kompakte Fernsehkamera von Marconi wird zur Sichtfeldkontrolle in Flugzeugen eingesetzt (Fotos: Knoll)

...und in der Luft

Das Cockpit-Fernsehsystem von *Marconi (Bild 4)* besitzt als Basiskomponente eine Halbleiter-Fernsehkamera, in der ein von Fairchild entwickelter CCD-Fotosensor zur Anwendung kommt. Die Besonderheit dieses Sensors ist seine Größe; der Aufnahmekopf in Verbindung mit der Optik ist in einem etwas mehr als daumengroßen Gehäuse untergebracht. Doch auch die für diese Kamera notwendige Elektronik nimmt, wie man auf dem Bild erkennt, nur einen geringen Platz ein. Trotzdem werden bei dieser Ausführung die extremen Anforderungen für den Einsatz in Militärflugzeugen voll erfüllt.

Diese Kamera wird im Sichtfeld des Piloten installiert und zeichnet mit Hilfe eines Videorecorders alle Ereignisse auf, angefangen bei dem Geschehen im Sichtfeld des Piloten bis zu Zieleinrichtungen, Radarbildern und Flugdaten, die mit Hilfe von Head-up-Displays zur Information angeboten werden.

Für Lageregelungssysteme in Flugzeugen, Raketen oder in Meßgeräten außerhalb des militärischen Bereichs wurden als Sensoren bisher immer Kreisel verwendet, die kardanisch aufgehängt ihre Drehachse über lange Zeit mit geringen Abweichungen beibehalten. Bei diesen Systemen gab es jedoch im Laufe der Zeit größer werdende Fehler aufgrund der Abnutzung mechanischer Teile. Einen Lageregelungssensor ohne jede Mechanik stellte die Firma *Sperry Gyroscope* vor. Anhand des Bildes 5 soll das Prinzip des Laser-Gyroscopes erklärt werden.

In dem unteren Schenkel des dreieckförmigen Strahlenganges befindet sich ein Gaslaser, der nach beiden Seiten Licht der gleichen Wellenlänge abstrahlt (f1, f2). An den Ecken befinden sich jeweils Spiegel, die die gegenläufigen Strahlen umlenken. Der rechte untere Umlenkspiegel ist halbdurchlässig, so daß ein Teil des Lichtes ausgekoppelt und einer Meßzelle zugeführt wird. Bei Drehung des Gyroscopes um seine senkrecht zur Darstellung im Mittelpunkt des Dreiecks stehenden Achse kommt es zu einer Verschiebung zwischen den Wellenlängen von f1 und f2. An der Meßzelle treten nun Interferenzerscheinungen auf, die ein Maß des Drehwinkels darstellen.

Die Auflösung des Gyroscopes ist 1 Impuls pro Bogensekunde, der Meßbereich liegt zwischen 0,02° pro Stunde und 400° pro Sekunde. Der Ausgang der Meßzelle liefert ein Signal, das eine sofortige Weiterverarbeitung mittels eines Computers ermöglicht.

Thomas Knoll

Ulrich Mengele

Adaptiver Rausch-Prozessor

Das nachfolgend beschriebene Rausch-Prozessor-System wurde zur nicht-komplementären Reduzierung des Rauschens von Magentbandgeräten sowie AM- oder FM-Tunern entworfen. Verwendet werden preiswerte integrierte Schaltungen wie der LM 13600 und der LM 387N von National Semiconductor. Zum Betrieb sind außer einem einmaligen Abgleich der Empfindlichkeit zur Anpassung an den Rauschpegel der Signalquelle keinerlei Einstellungen erforderlich.

Funktionsprinzip

Die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres gegenüber Rauschen hat ein Maximum im Bereich zwischen 5 und 6 kHz; eine Reduzierung der Rauschbandbreite auf weniger als 5 kHz führt daher zu einer erheblichen Verminderung des hörbaren Rauschpegels. Das gilt besonders für Magnetbandgeräte, bei denen der größte Teil des vom Band herrührenden Rauschens innerhalb des erwähnten spektralen Bereiches liegt. Aufgrund des Maskierungseffektes nimmt das menschliche Ohr Rauschen jedoch nicht wahr, wenn es beispielsweise von einer Musikinformation mit höherem Pegel und spektralen Anteilen im entscheidenen Frequenzbereich überdeckt wird.

Das System ist daher so ausgelegt, daß es die Bandbreite des Hörpfades reduziert, wenn die ankommende Information keine ausreichenden Signalamplituden im Bereich um 6 kHz zur Maskierung des Rauschens enthält.

Arbeitsweise der Schaltung

Bild 1 zeigt ein Blockdiagramm des adaptiven Rausch-Prozessors NR-2 ™. Das vollständige Schaltbild ist aus *Bild 2* zu ersehen. Die Schaltung zur Steuerung der Bandbreite verändert die obere Grenzfrequenz des Hörpfades in Abhängigkeit von der Amplitude der oberhalb von 6,6 kHz vorhandenen Signalspannung. *Bild 3* zeigt den Zusammenhang zwischen der Empfindlichkeit des Steuerpfades und der Signalfrequenz, während *Bild 4* den Einfluß eines Eingangssignales mit einer Frequenz von 8 kHz auf die Bandbreite des Hörpfades verdeutlicht.

Die Steuerschaltung wurde so ausgelegt, daß sie die Bandbreite von ihrem Kleinstwert (800 Hz) innerhalb der Anstiegszeit von 1 ms auf einen um höchstens 10 % vom Maximalwert abweichenden Betrag erhöhen kann. Umgekehrt erfolgt innerhalb der Abfallzeit von 50 ms eine Verkleinerung der Bandbreite, vom Größtwert ausgehend auf eine Grenzfrequenz, die maximal um 10 % vom kleinstmöglichen Wert abweicht. Als spannungsgesteuertes Tiefpaß-Filter wird in der angegebenen Schaltung der Zweifach-Transconductance-Operationsverstärker LM 13600 eigesetzt.

Nicht-komplementäre Systeme zur Rauschverminderung

Kriterien für den Entwurf

Nicht-komplementäre Rauschverminderungs-Systemen werden verständlicherweise häufig abgelehnt, da sie – schon gemäß Definition – einen Einfluß auf den musikalischen Gehalt des aufbereiteten Signals haben müssen. Dies steht im Gegensatz zu einem komplementären System, beispielsweise dem bekannten Dolby-Rausch-Unterdrückungssystem, bei dem der verwendete Codier-Decodier-Prozeß im Idealfall ein Ausgangssignal liefert, das ein exaktes Ebenbild des Originals ist. Burwen [1], Hellyer [2] und Scott [3] haben jedoch umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, um die nachteiligen Effekte bei gleichzeitiger Maximierung der Rauschunterdrückungsmöglichkeiten eines derartigen Systems auf ein Minimum zu verringern. Durch diese Arbeiten ergaben sich eine Reihe wichtiger Gesichtspunkte für den Schaltungsentwurf:

1. Die Bandbreite des Hörpfades muß so gesteuert werden, daß der Rauschanteil (Lautstärke), der das System passieren kann, nur so groß ist, daß der Musikinhalt des Signals das Rauschen maskieren kann. *Bild 5* zeigt die CCIR-Geräusch-Bewertungskurve, die als Abbildung der Rauschempfindlichkeit des Ohres in Abhängigkeit von der Frequenz interpretiert werden kann. Da Rauschen im Bereich um 6 kHz am störendsten empfunden wird und dieses Rauschen nur durch Musikiformationen mit gleichen Frequenzanteilen maskiert werden kann, muß die Band-

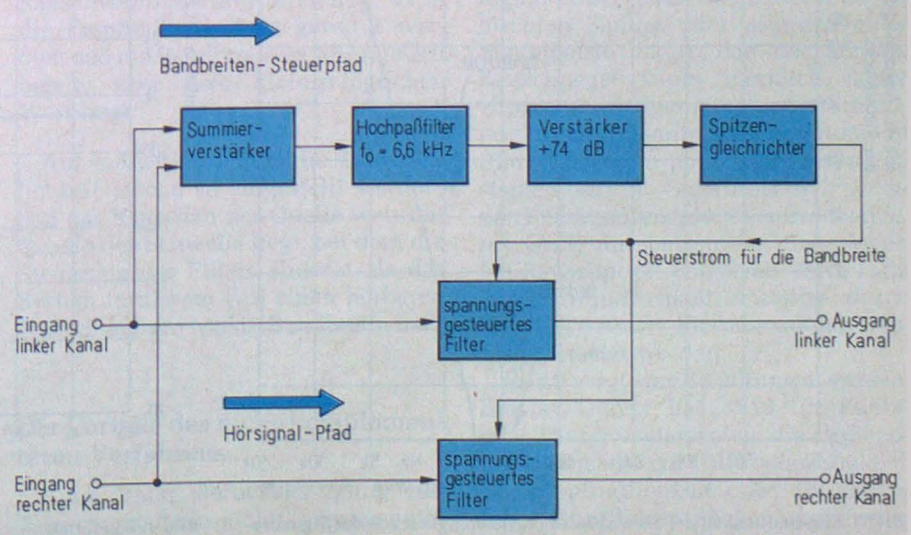


Bild 1. Blockschaltbild des adaptiven Rausch-Prozessors (ANP) LM 13600 von National Semiconductor

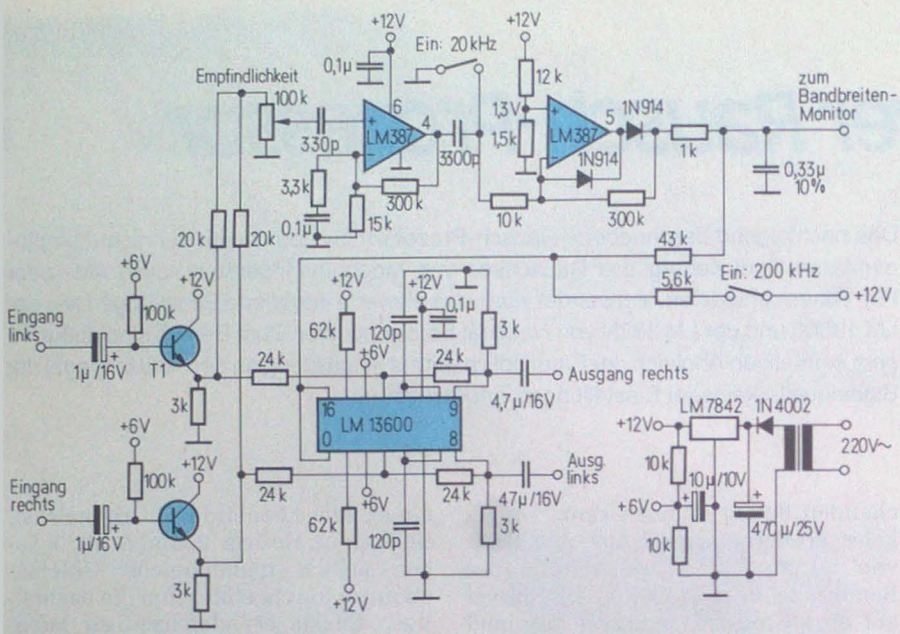


Bild 2. Externe Beschaltung des ANP

breite des Hörpfades ausschließlich in Abhängigkeit von der in diesem Frequenzbereich vorhandenen Informationen eingestellt werden. Diese Überlegungen führen zu der in Bild 3 und 4 gezeigten Frequenzcharakteristik des Steuerpfades.

2. Die Anstiegszeit des Spitzengleichrichters des Steuerpfades (darunter ist die zur Vergrößerung der Hör-Bandbreite beim Einsetzen einer Musikpassage hoher Lautstärke erforderliche Zeit zu verstehen) muß der Ansprechzeit des menschlichen Ohres auf eine plötzliche Lautstärkeerhöhung entsprechen. Daraus folgt eine Anstiegszeit von 1 ms.
3. Umgekehrt benötigt das Ohr nach dem Ende einer Musikpassage hoher Lautstärke noch eine gewisse Erholzeit. Das bedeutet, daß der Maskierungseffekt über das Ende der Musikpassage hinweg andauert. Die mit 50 ms gewählte Abfallzeit des Spitzengleichrichters beruht auf dieser physiologischen Tatsache und verhindert eine Unterdrückung natürlichen, musikalischen Nachhalls.
4. In allen Anwendungen, bei denen eine dynamische Änderung der Bandbreite oder Amplitudenregelung eines Stereo-Signals erfolgt, ist absoluter Gleichlauf der Parameteränderung in beiden Kanälen erforderlich, da sonst bei der Stereowiedergabe ein dauerndes Wandern der scheinbaren Orte der Signalquellen erfolgt. Der adaptive Rausch-Prozessor (ANP) leitet das Steuersignal daher aus der Summenspannung beider Niederfrequenzkanäle ab, wobei der monolithische Aufbau des für die spannungsgesteuerten Filter verwendeten Verstärkers LM 13600 eine weitgehende Übereinstimmung beider Kanäle gewährleistet.

Mögliche Mängel und ihre Ursachen

Bei Berücksichtigung der angeführten Gesichtspunkte hat ein praktisch ausgeführtes derartiges Rauschverminderungs-System nahezu keinerlei hörbare Auswirkungen auf den musikalischen Gehalt des aufbereiteten Signales. Ungünstige Schaltungsauslegung oder falscher Abgleich eines derartigen Systems können jedoch einen oder mehrere der folgenden hörbaren Effekte verursachen:

- Falsche Wahl der Bandbreite des Steuerpfades sowie der Anstiegs- und Abfallzeiten können zu einem hörbaren Zischen führen, wenn sich der Rauschpegel ändert, bzw. zu einem „Atmen" des Signals, wenn sein hochfrequenter Anteil geändert wird.
- Da das beschriebene Rausch-Verminderungssystem ein spannungsgesteuertes Filter zur Änderung der

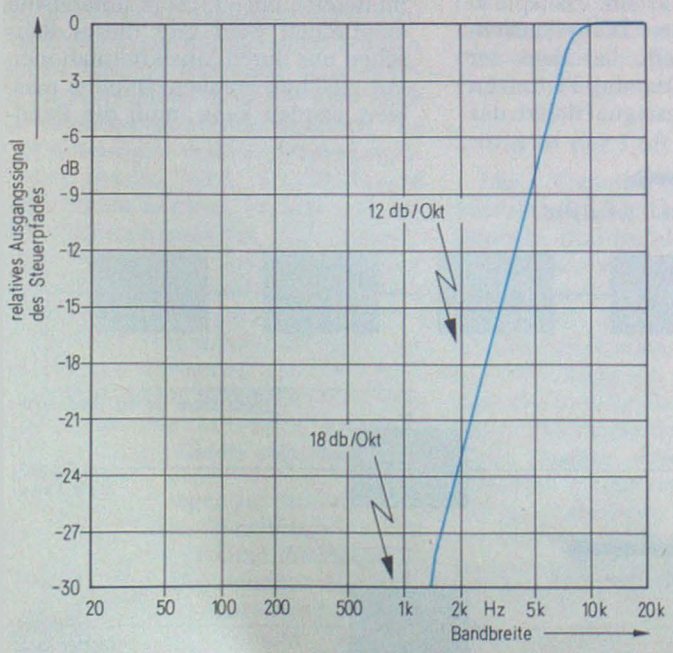


Bild 3. Empfindlichkeit des Steuerpfades in Abhängigkeit von der Signalfrequenz

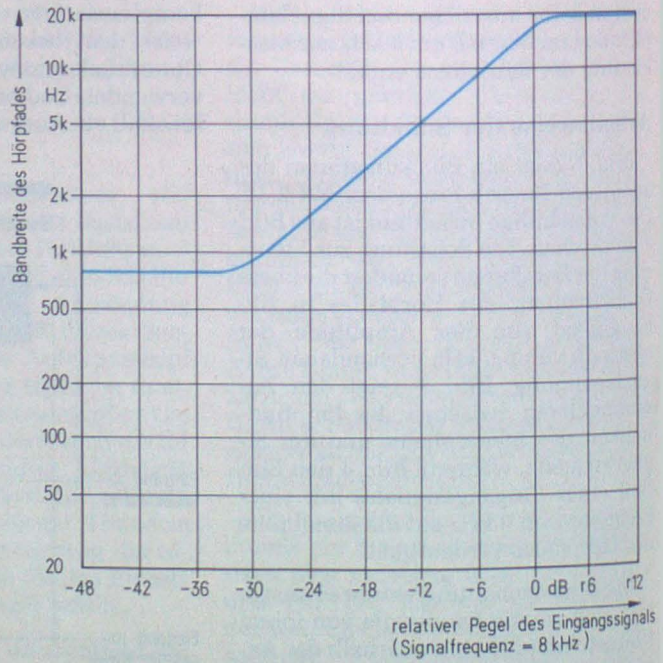


Bild 4. Bandbreite des Hörpfades in Abhängigkeit von der Amplitude eines 8-kHz-Eingangssignales

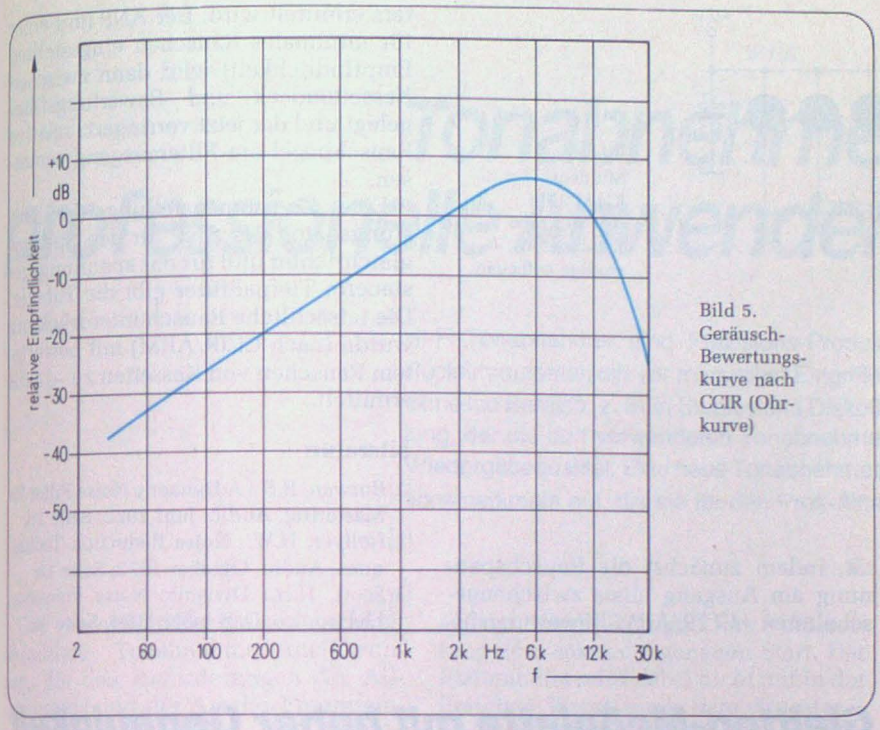


Bild 5. Geräusch-Bewertungskurve nach CCIR (Ohrkurve)

Bandbreite des Hörpfades verwendet, muß besonders darauf geachtet werden, daß die Spannung zur Steuerung des Filters nicht am Signalausgang erscheint. Das Datenblatt des LM 13600 gibt für eine Änderung des Steuerstromes zwischen 5 µA und 500 µA eine Änderung der Offsetspannung V_{os} um 0,1 mV (bzw. 3 mV beim LM 13600A) an. Bei der Schaltung in Bild 2 ruft diese Schwankung der Offsetspannung eine Verschiebung des Gleichspannungspegels des Ausgangssignals um 2,5 mV hervor.

- Bei Erprobung des ANP unter Verwendung einer Programmquelle mit schlechtem Signal/Rausch-Abstand wird von den meisten Hörern im A/B-Vergleich zunächst ein (scheinbarer) Verlust der hochfrequenten Musikanteile bemängelt. Dies ist jedoch lediglich ein subjektiver Effekt, der dadurch hervorgerufen wird, daß zusätzliches hochfrequentes Rauschen in einem Musiksignal scheinbar hörbar den Anteil der hohen Frequenzen in der Musikdarbietung vergrößert. Dieser Effekt kann durch Verwendung einer Programmquelle guter Qualität, d. h. mit hohem Signal/Rausch-Abstand demonstriert werden, indem man auf das Abschwächen der Höhenanteile beim Ein- und Ausschalten des Filters achtet.

Einstellen der Empfindlichkeit

Eine falsche Empfindlichkeitseinstellung kann die erwähnten Probleme ebenfalls hervorrufen oder sogar noch verstärken. Zur wirkungsvollsten Rauschunterdrückung sollte die Empfindlichkeit daher so eingestellt werden, daß das Rauschen der Programmquelle knapp unterhalb desjenigen Wertes liegt, bei dem die Erhöhung der Hörbandbreite beginnt.

Bei einem Kassettenrecorder wird die Stärke des Rauschens beispielsweise durch das von einem unbespielten, aber vormagnetisierten Band gelieferte Signal festgelegt. Will der Anwender darum bei einer Programmquelle, die von vornherein ein hohes Signal/Rausch-Verhältnis hat, geringstmögliche Veränderung der Musikwiedergabe auf Kosten des Umfangs der Rauschverminderung erreichen, kann die Empfindlichkeit so gewählt werden, daß die Bandbreite im Minimalfall bereits über dem kleinstmöglichen Wert liegt.

Auf keinen Fall darf die Empfindlichkeit jedoch so eingestellt werden, daß das Rauschen der Quelle weit unterhalb der Schwelle liegt, bei dem die Steuerung des Filters einsetzt, da das System in diesem Fall einen hörbaren Einfluß auf die Musik-Bandbreite hat.

Die Vorteile des nicht-komplementären Verfahrens

Auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß ein nicht-komplementäres Rauschverminderungs-System eine geeignete Lösung für die überall anzutreffenden Rauschprobleme darstellt, bedarf sein Einsatz in dem von preisgünstig erhältlichen, komplementären Systemen wie z. B. Dolby-NR beherrschten Bereich der Niederfrequenztechnik einer näheren Begründung.

Zunächst einmal stellt ein nicht-komplementäres System die einzige Möglichkeit zur Rauschverminderung bei nichtaufbereitetem (codiertem) Programmaterial dar. Darüber hinaus erfordert der ANP keinerlei Abgleich oder Präzisions-Komponenten, beispielsweise zur Anpassung des Decodier-Referenzwertes an den bei der Codierung verwendeten entsprechenden Wert.

Dies führt zum dritten wesentlichen Gesichtspunkt, nämlich den Kosten. Der ANP erfordert nur ungefähr 1/4 bis 1/3 der Herstellungskosten eines Dolby-Systems in integrierter Ausführung. Damit bietet sich mit dem adaptiven Rausch-Prozessor, auch wenn er niemals das Dolby-System oder ähnliche Verfahren ersetzen können wird, eine sinnvolle und in vielen Situationen notwendige Alternative an.

Besonders interessant dürfte der ANP für diejenigen sein, die den etwas brillanteren Klang bevorzugen, den man beim Abspielen dolbysierter Bänder ohne nachfolgende Dekodierung erhält. Die weitere Aufbereitung des von derartigen Programmträgern gelieferten Signals ändert nichts an der Höhenanhebung, bietet aber trotzdem eine Rauschverminderung um 14 dB.

Systembetrieb

Der ANP wird zwischen Magnetbandgerät und Verstärkereingang geschaltet oder am Tape-Monitor-Anschluß eines Receivers eingeschleift. Die Einstellung des Empfindlichkeitsreglers erfolgt beim Abspielen eines gelöschten Bandes oder während einer Signalpause derart, daß der hörbare Rauschpegel kaum merklich lauter wird bzw. die Spannung am Anschlußpunkt des Bandbreiten-Monitors in Bild 2 gerade in positiver Richtung zu steigen beginnt. Sofern der ANP in einen Kassettenrecorder oder in ein anderes Gerät mit bekanntem Signalquellen-Rauschpegel eingebaut wird, kann der Empfindlichkeitseinsteller durch einen Trimmer für einmaligen Abgleich ersetzt werden.

Bild 6 zeigt eine Schaltung mit einem Display-Treiber LM 3915 für Punkt- oder Thermometerskalen, die als Bandbreitenanzeige zur Hilfe beim Abgleich der Empfindlichkeit oder als aktives Display zur Kontrolle der Arbeitsweise des Filters verwendet werden kann.

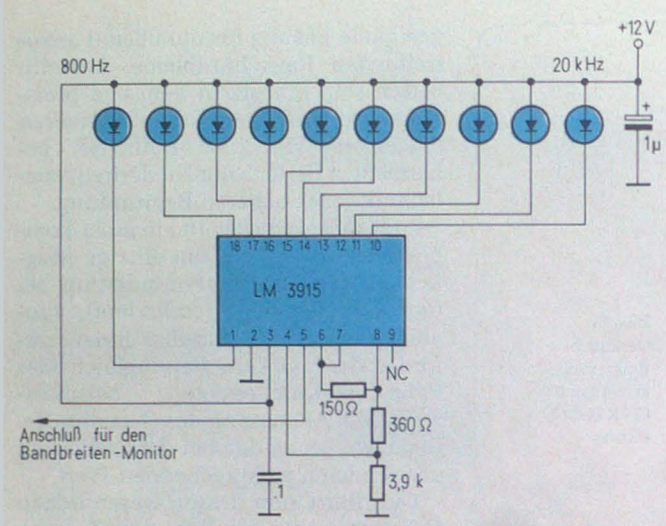


Bild 6. Mit dem ICLM 3915 läßt sich eine Bandbreitenanzeige aufbauen

Erläuterung zu den Meßverfahren

Der Klirrfaktor, gemessen bei einer Empfindlichkeitseinstellung, die einem Rauschen der Programmquelle von –50 dBv entspricht, kennzeichnet das Verhalten der Schaltung unter typischen Anwendungsbedingungen. Die Messung erfolgt mit einer sinusförmigen 10-kHz-Frequenz und einem Pegel von –50 dBv, die an den Eingang des ANP gelegt wird. Die Einstellung der Empfindlichkeitskontrolle wird in der Weise vorgenommen, daß dieser Signalpegel gerade an der Schwelle liegt, an der die Filtersteuerung einsetzt. Die Klirrfaktor-Messung wird dann ohne Änderung der Empfindlichkeitseinstellung vorgenommen.

Die Messung der effektiven Rauschunterdrückung erfolgt beim Abspielen einer vormagnetisierten, unbespielten Kassette auf einem Gerät hoher Qualität, indem zunächst die Rauschspannung am Ausgang eines zwischengeschalteten CCIR/ARM-Bewertungsfilters ermittelt wird. Der ANP (mit einer für minimales Rauschen eingestellten Empfindlichkeit) wird dann zwischen Kassettendeck und Bewertungsfilter gelegt und der jetzt verringerte relative Rauschpegel am Filterausgang gemessen.

Eine Zusammenstellung der Leistungsdaten des ANP für den Spitzengleichrichter und für das spannungsgesteuerte Tiefpaßfilter gibt die *Tabelle*. Die tatsächliche Rauschunterdrückung wurde (nach CCIR/ARM) mit bewertetem Rauschen von Kassetten zu –14 dB ermittelt.

Tabelle
Leistungsdaten des ANP

Spitzengleichrichter	
Grenzfrequenz	6,6 kHz (–3 dB); Flankensteilheit des Hochpaßfilters –12 dB/Oktave
Anstiegszeit	1 ms
Abfallzeit	50 ms
Verstärkung	74 dB
Spannungsgest.	minimale
Tiefpaßfilter	Bandbreite 800 Hz maximale Bandbreite 20 kHz
Klirrfaktor	typ. 0,13 % bei 1 kHz und 0 dBv (0,775 V), sowie Einstellung für maximale Empfindlichkeit; typ. 0,3 % bei 1 kHz und 0 dBv sowie Empfindlichkeitseinstellung entsprechend –50 dBv (Erläuterung im Text)
Signal/Rauschabstand	–88 dB bei 20 kHz Bandbreite 0 dBv, unbewertet

Literatur:

[1] *Burwen, R.S.*: A Dynamic Noise Filter for Mastering. Audio, Juni 1972, Seite 29.
[2] *Hellyer, H.W.*: Noise Reduction Techniques. Audio, Oktober 1972, Seite 18.
[3] *Scott, H.H.*: Dynamic Noise Processor. Electronics, Dezember 1974, Seite 96.

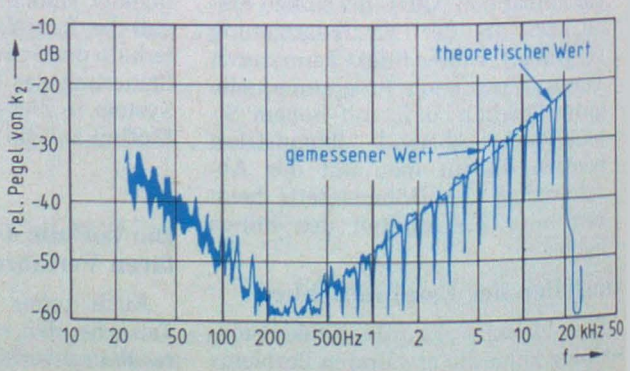
Gleitton-Meßplatte mit hoher Genauigkeit

Eine Gleitton-Meßplatte mit 30 cm Durchmesser, die aufgrund neuer, hochgenauer Formungstechniken sehr präzise Messungen an Tonabnehmern und Plattenspielern erlaubt, brachte JVC unter der Bezeichnung TRS 1007 Mk II heraus. Wie der Hersteller angibt, beruhen die Verbesserungen auf Erfahrungen, die man bei der Herstellung von Videoplatten machte. Jede einzelne Platte wird einer strengen Qualitätskontrolle unterzogen. Das verwendete Preßmaterial – ein hochwertiges Granulat, ähnlich der CD-4-Preßmasse – weist eine hohe Ausformungsgenauigkeit sowie erhöhte Verschleißfestigkeit auf, so daß die Meßsignale auch bei mehrmaligen Messungen unverändert bleiben.

Der Gleitfrequenz-Bereich umfaßt 20 Hz bis 20 kHz mit einer Genauigkeit von ± 0,5 dB, bezogen auf die RIAA-Kurve. Die Signale sind links, rechts, in Seiten- und in Tiefenschrift aufgezeichnet, wobei die Charakteristik oberhalb der Übergangsfrequenz von 2120 Hz nicht mehr der RIAA-Kennlinie folgt, sondern konstante Schnelle hat. Der Pegel bei 45°-Schrift hat eine Schnelle von 3,54 cm/s, der vertikale Schneidwinkel beträgt 20°. Gegenüber früheren Meßschallplatten konnte die Übersprechdämpfung verbessert werden; sie beträgt im unteren Frequenzbereich 29 dB, bei 1000 Hz 35 dB und bei höheren Frequenzen 30 dB (Mindestwerte).

Besonders aufschlußreich sind die erreichten Klirrfaktorwerte; so erreicht k_2 bei 5 kHz, geschnitten am Außenrand mit einem Diamant-Verrundungsradius von 8,5 µm und mit dem gleichen Radius abgetastet – 33 dB (etwa 2,2 %); der theoretische Wert liegt bei –33,6 dB (*Bild*).

Der Planlage der Meßschallplatte sowie der gleichmäßigen Dicke schenkte man besondere Aufmerksamkeit, letztere beträgt 2,3 mm ± 0,1 mm. Die Gleitfrequenzen sind auf der A- und auf der B-Seite, einmal außen und einmal innen aufgezeichnet.



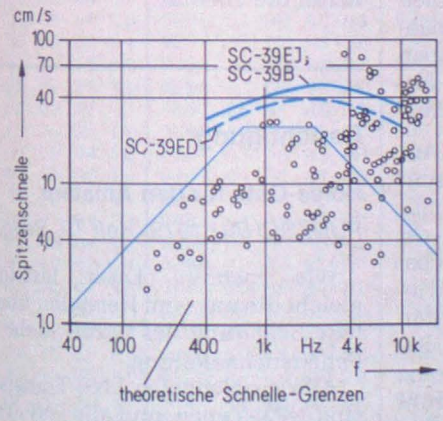
Verlauf von k_2 bei der Gleitton-Meßschallplatte TRS 1007 Mk II. Die Oberwelle liegt nahe beim theoretischen Minimum

Tonabnehmer für professionelle Anwender

Hi-Fi-Tonabnehmer sind Präzisions-Produkte, die durch Aufsetzvorrichtungen und Rückführautomatiken vor manuellen Eingriffen geschützt werden. Aber auch im professionellen Bereich, z. B. in Studios und Diskotheken, stellt man trotz der rauhen Behandlung, der die dort verwendeten Tonabnehmer ausgesetzt sind, hohe Ansprüche an die Wiedergabequalität. Eine neue Tonabnehmerserie von Shure weist besondere Konstruktionsmerkmale auf, die sie für den Profi-Alltag tauglich machen soll.

Der professionelle Einsatz verlangt besondere Tonabnehmer-Ausführungen, die den Anforderungen der Alltagspraxis und der Art des Programmträgers genügen. Nicht jeder Tonabnehmer ist z. B. für die in Diskotheken oder in Rundfunkstudios geübte Methode des Slip-Cueing oder Back-Cueing geeignet; darunter versteht man das Aufsuchen bestimmter Musikstücke auf der Schallplatte und ihre Vorbereitung zum sekundengenauen Start. Der Plattenteller wird dabei nicht nur in der üblichen Weise unter dem Abtaster – nämlich den Nadelträger auf Zug beanspruchend – bewegt, sondern auch entgegengesetzt. Beim manuellen Aufsetzen geschehen daneben oft „Entgleisungen", bei denen Nadel und Nadelträger erheblichen Seitenkräften standhalten müssen. Ein idealer, sich für solche Praktiken eignender Tonabnehmer sollte möglichst keine Abstriche in der Wiedergabequalität gegenüber hochempfindlichen Hi-Fi-Tonabnehmern aufweisen und dazu hohe Abtastfähigkeit haben, ohne daß dafür höhere Auflagekräfte notwendig werden.

Die Magnet-Tonabnehmer der Reihe SC 39 von Shure sind mit einigen Kon-



◀ Bild 1. Abtastfähigkeit der Tonabnehmersysteme SC 39 EJ und SC 39 B bei 2 g Auflagekraft sowie des SC 39 ED bei 1 g Auflagekraft. Die Kreise zeigen in der Praxis gemessene Schnellewerte

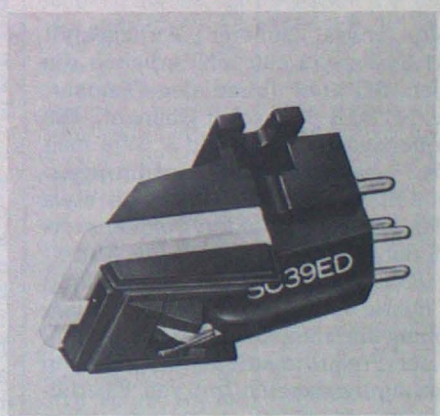
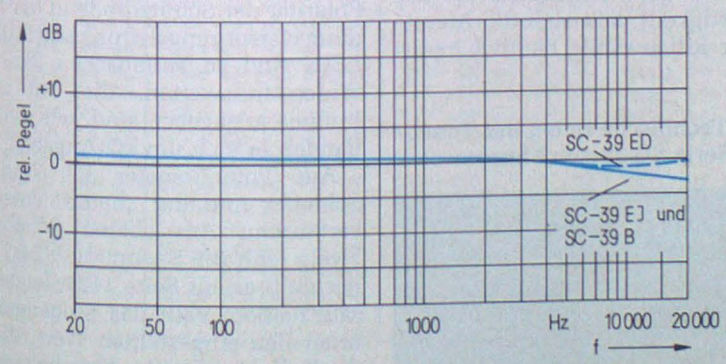
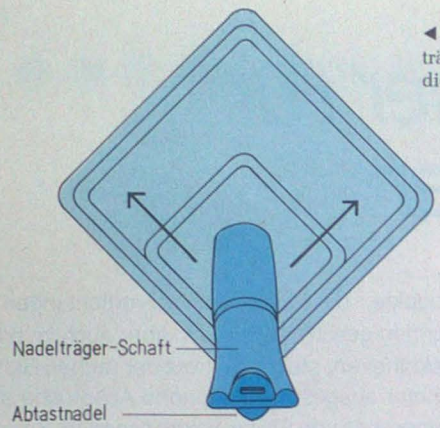


Bild 2. Die empfohlene Auflagekraft des Tonabnehmers SC 39 ED von Shure beträgt 7,5...15 mN (0,75...1,5 g). Er hat eine biradiale Diamantnadel



◀ Bild 3. Typische Frequenzgänge der Tonabnehmer SC 39 EJ, SC 39 B und SC 39 ED



◀ Bild 4. Bei seitlich auf den Nadelträger wirkenden Kräften weicht dieser in Pfeilrichtung aus

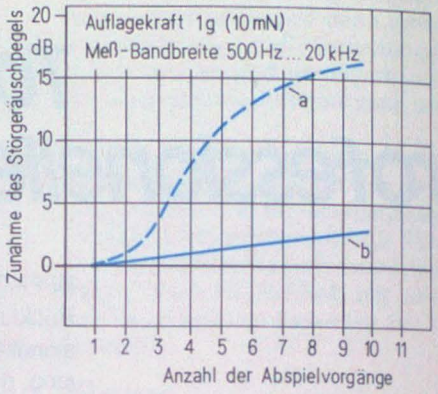


Bild 5. ▶ Zunahme des Störgeräuschpegels bei mehrmaligem Abspielen mit einem konventionellen, einwandfreien Abtaster (a) sowie mit dem Abtaster SC 39 ED mit Masar-Behandlung (b)

struktionsdetails ausgestattet, die sie für den professionellen Bereich besonders geeignet erscheinen lassen. Da die Spitzenschnellen heutiger Schallplatten oft höher liegen, als die theoretische Grenze eigentlich zuläßt, wurde der Abtastfähigkeit großer Wert beigemessen. Wie *Bild 1* zeigt, liegt die Abtastfähigkeit des Typs SC 39 ED (gestrichelte Linie) bereits sehr hoch; sie wird bei einer Auflagekraft von 0,75...1,5 g (7,5...15 mN) erreicht. Der Abtaster (*Bild 2*) ist mit einer elliptischen (biradialen) Nadel bestückt.

Mit etwas höherer Auflagekraft von1,5...3 g (15...30 mN) arbeiten die Typen SC 39 EJ (biradialer Diamant) bzw. SC 30 B (konischer Diamant). Die Frequenzgänge zeigt *Bild 3*. Wie man sieht, haben die Ausführungen SC 39 EJ und SC 39 B einen ab etwa 3 kHz leicht abfallenden Frequenzverlauf, der bewirken soll, daß sog. Mitreißer (Oberflächenfehler der Pressung) bei hohen Frequenzen nicht in vollem Umfang übertragen werden. Im übrigen ist der Frequenzverlauf im gesamten Übertragungsbereich frei von Überhöhungen.

Die Widerstandsfähigkeit von Nadel und Nadelträger gegen Verbiegung und Bruch ist für die Gebrauchstauglichkeit im Studioalltag ebenfalls wichtig. Beim Back-Cueing, d.h. beim Zurückdrehen des Plattentellers unter dem Tonabnehmer, wird der Nadelträger auf Druck, verlaufend von der Abtastnadel zur Halterung, beansprucht. Bei ungeeigneter Ausführung des Nadelträgers kann dieser seitlich ausweichen und sich sogar verbiegen. In der SC-39 Serie werden eine spezielle Elastomer-Bettung und eine Stützdraht-Konstruktion eingesetzt, die eine solche Beschädigung ausschließen. Der Nadelträger ist überdies teleskopartig in seinem Durchmesser gestuft.

Sehr häufig entstehen Beschädigungen, wenn der Tonabnehmer seitlich verschoben wird, solange er noch auf der Platte aufgesetzt ist; der Schaden ist meist irreparabel. Bei den Modellen der Reihe SC-39 weicht der Nadelträger seitlich nach oben in das Lagerungsgehäuse aus (*Bild 4*). Der Hersteller nennt diese Einrichtung Side-Guard. Als Schutz vor unbeabsichtigter Berührung dient ein Visier, das sich durch einen Hebel an der Vorderfläche des Tonabnehmergehäuses nach unten klappen läßt. Ein V-förmiger Einschnitt im Hebel dient gleichzeitg als Aufsetzhilfe.

Ein Problem bei professioneller Anwendung von Tonabnehmern – besonders dort, wo Lackfolien aus Aktualitätsgründen als Tonträger dienen – ist das Ansteigen des Grundgeräusches bei häufigerem Abspielen. Auch das wiederholte Aufsuchen der Startposition mit Cueing verursacht bleibende Beschädigungen (Cue Burns). Durch eine besondere Schliffbehandlung, genannt Masar (Minimum Asperity for Abrasion Resistance = geringste Rauheit für die Abriebfestigkeit), läßt sich die Abnutzung der Rillenwände deutlich reduzieren, wie *Bild 5* zeigt. In diesem Fall dienten Lackfolien mit Leerrillen als Testobjekt.

Der Anstieg des Grundgeräusches bereits nach wenigen Abspielvorgängen ist naturgemäß bei dem (für solche Behandlung nicht vorgesehenen) Lackmaterial besonders hoch; wie Shure jedoch anführt, kommen die Vorteile der Masar-Oberflächenbehandlung auch bei Singles, die aus wiederaufbereitetem Vinyl gepreßt wurden, zur Geltung. Die technischen Daten der Tonabnehmer nennt die *Tabelle*. Th.

Tabelle: Technische Daten der Tonabnehmer-Serie SC-39 von Shure

Kanaltrennung (Minimalwert)	25 dB (SC 39 ED)
bei 1 kHz:	20 dB (SC 39 EJ, SC 39 B)
Kanalgleichzeit:	innerhalb 2 dB
Ausgangsspannung bei 1 kHz:	4,0 mV bei 5 cm/s Spitzenschnelle
Optimaler Lastwiderstand:	47 kΩ parallel zu 200...300 pF

Berichtigung

Noise-Gate für den Amateur

FUNKSCHAU 1979, Heft 19, Seite 1120

Wie mehrere Leser feststellten, gleicht die uns vom Hersteller übermittelte Schaltung des Geräts mehr einer Fehlersuchanleitung.

Alle gezeichneten PNP-Transistoren sind NPN-Typen, und alle PNP-Transistoren sind NPN-Ausführungen. Die Polarität der Schutzdiode in der Spannungsversorgungsleitung sowie die der LEDs sind zu vertauschen. Bei allen Widerstandswerten, die mit einem Komma angegeben sind, wie z. B. 4,7, handelt es sich um kΩ-Angaben.

Am Potentiometer P1 sind der Schleifer und der „heiße" Anschluß vertauscht. Am oberen Schaltungszweig fehlt die Spannung + 24 V. Ferner muß es auf Seite 1121, letzter Absatz heißen: Fällt das Eingangssignal unter den eingestellten Wert, so wird die Kollektor-Emitter-Strecke von T 30 hochohmig und...

Michael Konz

6502 simuliert 8080

Oft findet der Computeranwender, der vielleicht einen AIM-65, einen KIM-1 oder einen SYM-1, also ein 6502-System besitzt, ein Programm, das ihn zwar brennend interessiert, das er aber auf seinem Computer nicht laufen lassen kann, weil es für einen anderen Prozessor geschrieben ist, etwa den 8080. Solange dieses Programm keine Echtzeitverarbeitung betreibt, kann dem mit einem Simulator, wie er im folgenden geschildert wird, abgeholfen werden.

Ein Simulator ist praktisch ein Interpreter; nur wird dabei keine höhere Programmiersprache wie BASIC in einen Maschinencode übersetzt, sondern ein Maschinencode in einen anderen [1,2]. Daß die Ausführungszeiten des simulierten Prozessors dabei gewaltig steigen, ist selbstverständlich, kann aber oft hingenommen werden.

Dieser Simulator (*Bild 1*) bildet ein 8080-System softwaremäßig auf einem 6502-Mikrocomputer nach. Die Arbeitsregister des Pseudo-8080 befinden sich dabei in der Zero-Page, und zwar an folgenden Adressen:

Register	*Adresse*
Programmzähler PC	AA,AB
Stackpointer SP	A6, A7
Statusregister F	A8
Akku A	A9
H, L	A5, A4
D, E	A3, A2
B, C	A1, A0

Bei Stackoperationen, z. B. Unterprogramm-Aufrufen, darf man keinesfalls vergessen, den Stackpointer vorher zu laden, z. B. die Zelle A6 mit dem Wert D0 und A7 mit 01, so daß der Pseudo-8080 wie der 6502 Page 1 als Stack verwendet.

Außerdem werden die Plätze 00...60 der Zero-Page sowie AD, AE, AF, F0 und F1 benötigt. Das Programm selbst belegt die Speicherplätze 0200...0615,

```
0000 E9 0A 1A 02 025C 00 B1 02 BA 031C 66 A9 4C 10 03DC 91 A6 60 B1 049C 29 C7 85 A8 055C 20 01 06 68
0004 12 E3 F9 EB 0260 02 BF 02 C4 0320 03 A5 A8 4A 03E0 A6 48 A2 06 04A0 A5 A9 A2 00 0560 4C 40 05 20
0008 27 2F 37 3F 0264 02 C9 02 CF 0324 4C 0E 03 A5 03E4 20 38 03 B1 04A4 4A 90 01 E8 0564 68 03 A9 06
000C 07 0F 17 1F 0268 02 DE 02 E7 0328 A8 4C 1B 03 03E8 A6 48 20 38 04A8 C8 C0 08 90 0568 85 F1 6C F0
0010 00 C9 76 D3 026C 02 A0 05 F6 032C B1 AA 29 30 03EC 03 20 BD 03 04AC F7 8A 4A B0 056C 00 EA EA EA
0014 DB C3 CD 2A 0270 02 FD 02 04 0330 4A 4A 4A AA 03F0 68 95 A1 68 04B0 06 A5 A8 09 0570 B1 AA 29 38
0018 3A 22 32 C0 0274 03 0B 03 19 0334 60 20 2C 03 03F4 95 A0 60 20 04B4 06 D0 04 A5 0574 4A 4A 4A EA
001C C0 CF CF C7 0278 03 21 03 27 0338 F6 A0 D0 02 03F8 2C 03 B5 A0 04B8 A8 29 D3 85 0578 4A EA AA B5
0020 C7 CF CF CF 027C 03 0A 03 4E 033C F6 A1 60 20 03FC 65 A4 85 A4 04BC A8 A5 A9 08 057C 5D 24 A8 F0
0024 C7 C7 C7 C7 0280 03 62 03 63 0340 2C 03 38 B5 0400 B5 A1 65 A5 04C0 68 29 82 85 0580 01 60 90 02
0028 C7 CF 40 80 0284 05 63 05 76 0344 A0 E9 01 95 0404 85 A5 4C 10 04C4 AD 0A 0A 0A 0584 18 60 38 60
002C C1 C5 04 05 0288 03 80 03 93 0348 A0 B0 02 D6 0408 03 20 68 03 04C8 0A 0A 05 AD 0588 20 70 05 90
0030 03 0B 09 C0 028C 03 A0 03 A8 034C A1 60 B1 A6 040C 20 2C 03 A5 04CC 85 AD A5 A8 058C FA 4C 76 03
0034 06 C6 C2 C4 0290 03 B5 03 5D 0350 85 AA A2 06 0410 F0 95 A0 A5 04D0 29 17 05 AD 0590 20 70 05 90
0038 01 13 15 1B 0294 04 53 04 DF 0354 20 38 03 B1 0414 F1 95 A1 60 04D4 85 A8 60 A5 0594 F2 4C 80 03
003C 25 27 2A 01 0298 03 C7 03 2F 0358 A6 85 AB A9 0418 B1 AA 29 38 04D8 A8 4A 4C 77 0598 20 70 05 90
0040 02 03 01 02 029C 05 4F 05 35 035C 03 85 AF 4C 041C 4A 4A 4A C9 04DC 04 38 4C F7 059C EA 4C 4E 03
0044 03 76 04 D7 02A0 03 3F 03 F7 0360 38 03 A2 FF 0420 06 F0 09 AA 04E0 05 48 E5 AD 05A0 A5 A8 29 10
0048 04 DD 04 FE 02A4 03 98 05 6A 0364 9A 4C 82 E1 0424 B5 55 85 F0 04E4 85 A9 20 10 05A4 F0 22 24 AE
004C 04 06 05 12 02A8 04 3C 04 88 0368 C8 B1 AA AA 0428 84 F1 EA 60 04E8 03 20 04 03 05A8 10 17 A5 A9
0050 05 1E 05 25 02AC 05 90 05 09 036C C8 B1 AA 86 042C A5 A5 85 F1 04EC 68 28 29 0F 05AC 38 E9 06 85
0054 05 A1 A0 A3 02B0 04 A5 A4 85 0370 F0 85 F1 A0 0430 A5 A4 85 F0 04F0 48 A5 AD 29 05B0 09 A5 A8 4A
0058 A2 A5 A4 00 02B4 AA A5 A5 4C 0374 00 60 20 68 0434 60 B1 AA 29 04F4 0F 85 AD 68 05B4 90 06 A5 A9
005C A9 40 01 04 02B8 7B 03 B1 A0 0378 03 86 AA 85 0438 07 4C 1F 04 04F8 E5 AD B0 9E 05B8 E9 60 85 A9
0060 80 52 47 55 02BC 85 A9 60 B1 037C AB 84 AF 60 043C 20 68 03 86 04FC 90 96 A5 A8 05BC E6 AE 4C A0
0200 A0 00 B1 AA 02C0 A2 85 A9 60 0380 A2 06 20 42 0440 AD B1 AA 29 0500 4A 90 DA 18 05C0 04 18 A5 A9
0204 A2 00 D5 00 02C4 A5 A9 91 A0 0384 03 A5 AB 91 0444 38 4A 4A AA 0504 90 D8 A5 A9 05C4 69 06 85 A9
0208 F0 25 E8 E0 02C8 60 A5 A9 91 0388 A6 20 42 03 0448 B5 45 85 F0 0508 25 AD 85 A9 05C8 A5 A9 29 0F
020C 1B 90 F7 B1 02CC A2 60 EA 20 038C A5 AA 91 A6 044C B5 46 85 F1 050C 20 12 03 4C 05CC C9 0A B0 F1
0210 AA 35 00 D5 02D0 D2 02 B1 A6 0390 4C 76 03 20 0450 6C F0 00 20 0510 A0 04 A5 A9 05D0 A5 A8 4A 90
0214 0F F0 18 E8 02D4 AA B9 A4 00 0394 68 03 B1 F0 0454 35 04 B1 F0 0514 45 AD 85 A9 05D4 06 A5 A9 20
0218 E0 2A 90 F3 02D8 91 A6 96 A4 0398 85 A4 C8 B1 0458 85 AD 4C 41 0518 20 12 03 4C 05D8 E3 05 EA A5
021C 20 F0 E9 A9 02DC C8 60 A5 A4 039C F0 85 A5 60 045C 04 20 35 04 051C 9A 04 A5 A9 05DC A9 C9 A0 B0
0220 45 20 7A E9 02E0 85 A6 A5 A5 03A0 20 68 03 B1 0460 B1 F0 48 20 0520 05 AD 4C 16 05E0 F4 90 DB 69
0224 A5 AB 20 46 02E4 85 A7 60 20 03A4 F0 85 A9 60 0464 18 04 68 91 0524 05 A5 A9 48 05E4 5F 85 A9 4C
0228 EA A5 AA 4C 02E8 EA 02 B9 A4 03A8 20 68 03 20 0468 F0 60 20 68 0528 20 DD 04 68 05E8 FD 02 EA EA
022C 10 06 EA 8A 02EC 00 B6 A2 96 03AC AE 03 B9 A4 046C 03 8A 48 20 052C 85 A9 60 20 05EC EA 08 A9 00
0230 A2 00 D5 39 02F0 A4 99 A2 00 03B0 00 91 F0 C8 0470 18 04 68 91 0530 18 04 B1 F0 05F0 85 AE A5 A9
0234 90 03 E8 10 02F4 C8 60 A5 A9 03B4 60 20 68 03 0474 F0 60 18 4C 0534 48 29 0F C9 05F4 4C 7A 04 08
0238 F9 48 B5 3F 02F8 49 FF 85 A9 03B8 A5 A9 91 F0 0478 ED 05 48 65 0538 0F 20 01 06 05:8 A9 FF 85 AE
023C 85 AF 68 0A 02FC 60 A5 A8 09 03BC 60 20 2C 03 047C AD 85 A9 20 053C 68 18 69 01 05FC A5 A9 4C E1
0240 AA BD 5D 02 0300 03 85 A8 60 03C0 E0 06 90 02 0480 10 03 68 28 0540 91 F0 AA A5 0600 04 D0 06 A5
0244 85 F0 BD 5E 0304 A5 A8 49 01 03C4 E8 E8 60 20 0484 29 0F 48 A5 0544 A9 48 86 A9 0604 A8 09 12 D0
0248 02 85 F1 20 0308 85 A8 60 A5 03C8 BD 03 B5 A0 0488 AD 29 0F 85 0548 20 A0 04 68 0608 04 A5 A8 29
024C 5A 02 A5 AA 030C A9 0A 26 A9 03CC 48 B5 A1 48 048C AD 68 65 AD 054C 85 A9 60 20 060C C7 85 A8 60
0250 18 65 AF 85 0310 B0 EB A5 A8 03D0 A2 06 20 42 0490 29 10 F0 06 0550 18 04 B1 F0 0610 20 46 EA 4C
0254 AA 90 02 E6 0314 29 D6 85 A8 03D4 03 68 91 A6 0494 A5 A8 09 12 0554 38 E9 01 48 0614 62 03 E9 44
0258 AB 60 6C F0 0318 60 A5 A9 4A 03D8 20 42 03 68 0498 D0 04 A5 A8 0558 29 0F C9 0F
```

Bild 1. Hex-Dump des Simulatorprogramms. An den Adressen 0000...0060 sowie 025D...02B0 befinden sich Codetabellen. Die Simulatorroutine (Start 0200) ist als Unterprogramm ausgeführt

```
0F00 A9 LDA #00
0F02 85 STA AA
0F04 A9 LDA #08
0F06 85 STA AB
0F08 20 JSR 0200
0F0B 4C JMP 0F08
```

Bild 2. Einfaches 6502-Programm zum Ausführen von 8080-Maschinenprogrammen, die an der Adresse 0800 beginnen. Es ruft das Unterprogramm in Bild 1 zyklisch auf

also etwas über 1 KByte. Die verwendeten System-Monitoradressen nennt *Tabelle 1*. Die Ausführung der Befehle erfolgt genauso wie beim 8080, bis auf wenige Ausnahmen. So sind die Befehle RST 0...7, DI und EI nicht vorhanden, da sie der Interruptverarbeitung dienen, die bei einer softwaremäßigen Simulation nicht in Betracht kommt.

Andere Funktionen haben die Befehle OUT, IN und HLT erhalten. Bei OUT und IN wird das Argument als niederwertiges Adreßbyte interpretiert. Das höherwertige Byte dazu ist immer 06. Es erfolgt ein Sprung auf die angegebene Adresse, wo eine Ein- oder Ausgaberoutine in der 6502-Sprache steht. *Tabelle 2* gibt dafür ein Beispiel.

Bei HLT wird die Ausführung des Programms abgebrochen, und es erfolgt die Rückkehr zum System-Monitor.

Dasselbe geschieht, wenn der Simulator auf einen Code stößt, der nicht im Befehlssatz des 8080 enthalten ist, oder auf RST, DI und EI. In diesen Fällen wird zusätzlich die Adresse des fehlerhaften Bytes ausgegeben, d. h. der augenblickliche Stand des 8080-PC.

Der Simulator ist als Unterprogramm ausgeführt. Bei jedem Aufruf wird nur ein einziger Befehl ausgeführt. Daher ist es sinnvoll, einen kleinen Monitor zu schreiben, der nicht nur die Abarbeitung von Programmen, sondern auch das Setzen des Stackpointers und die Anzeige der 8080-Register übernimmt. Auf die Wiedergabe eines solchen Monitors wurde hier verzichtet, um nicht den universellen Charakter des Simulators für alle 6502-Systeme zu zerstören. In dieser Form läuft er nämlich ohne Änderungen auf allen Systemen, wenn sie nur über ausreichenden Speicherraum verfügen, da der System-Monitor nur bei der Fehlermeldung bemüht wird.

Soll das Programm in einen anderen Speicherbereich transferiert werden, so müssen auch die Tabellenwerte von 025D bis 02B0 und von 0045 bis 0054 entsprechend geändert werden; sie enthalten Sprungadressen.

Die Ausführungszeiten des Simulators liegen bei 117...1259 µs (Taktfrequenz: 1 MHz). Im Durchschnitt ist also etwa mit einer Verhundertfachung der 8080-Befehlszyklen zu rechnen. Sehr lange und zeitkritische 8080-Programme sollten daher lieber für den 6502 umgeschrieben werden, will man nicht eine extrem lange Laufzeit in Kauf nehmen. Zum Umschreiben aber ist das Verständnis des Programmablaufs erforderlich, und hierbei kann wiederum der Simulator eine wertvolle Hilfe sein.

```
0800 21 01 07  MVI HL,0701
0803 3A 00 07  LDA 0700
0806 86        ADD (HL)
0807 27        DAA
0808 32 02 07  STA 0702
0808 76        HLT
```

Bild 3. Dieses 8080-Programm addiert die Inhalte der Speicherzellen 0700 und 0701 und speichert das dezimale Ergebnis bei 0702 ab

Um den Einsatz der Simulator-Routine zu verdeutlichen, zeigt *Bild 2* ein kleines Programm, das den 8080-Programmzähler auf 0800 setzt und den dort stehenden 8080-Maschinencode abarbeitet, bis er auf HLT oder einen anderen Stopbefehl trifft. *Bild 3* enthält – wiederum als Beispiel – ein kurzes 8080-Programm, das den Inhalt der Adresse 0700 zum Inhalt der Adresse 0701 addiert, in den BCD-Code umformatiert (DAA) und bei 0702 abspeichert. Das Programm läuft in dieser Form unverändert auf dem AIM-65 und auf dem KIM-1, wobei allerdings jeweils die 4-KByte-Version vorhanden sein muß.

Literatur

[1] 8080-Operationscodes. FUNKSCHAU 1979, Heft 26.

[2] Der Individualisten-Prozessor. Sonderheft Hobbycomputer 2, Franzis-Verlag, München 1979.

Tabelle 1: Systemadressen

Adr.	AIM-65	KIM-1	
021C	20 F0 E9	20 2F 1E	CRLF
0221	20 7A E9	20 A0 1E	OUTCH
0226	20 46 EA	20 3B 1E	OUTBYT
0610	20 46 EA	20 3B 1E	OUTBYT
0365	4C 82 E1	4C 4F 1C	START

Tabelle 2: Routine für „OUT 16"

Adr.	AIM-65	KIM-1
0616	A5 A9	A5 A9
0618	4C 46 EA	4C 3B 1E

(Der Akku des 8080 wird auf dem AIM-Display bzw. dem KIM-Terminal in Form zweier Hex-Ziffern ausgegeben.)

Meine Meinung . . .

Daß man in der FUNKSCHAU ein Programm findet, mit dem die CPU 6502 den guten, alten 8080 simulieren kann, hat einen meiner Bekannten zu der Äußerung hingerissen: „Da kann man mal sehen, was der 6502 für ein mieser Prozessor sein muß, wenn seine Benutzer schon versuchen, eine andere CPU damit zu simulieren..." In der Tat gibt es eine Menge von 8080-Programmen, die auch für 6502-Besitzer interessant sind, und die CPU 8080 hat einige Befehle, von denen der 6502 nur träumen kann, z.B. zur Parity-Errechnung. Die Diskussion, welcher Mikroprozessor der beste ist (wenn es einen solchen überhaupt gibt), nimmt manchmal aber leider polemische Formen an. Seltsamerweise ist das Gesprächsthema Nr. 1 für zwei Mikrocomputer-Freunde immer noch, wer von beiden die bessere CPU besitzt! Dabei kennt meist keiner den Prozessor des anderen genau genug, um ein objektives Urteil fällen zu können – das ist bei der Komplexität der Befehlssätze ja auch kaum möglich. Vielleicht ist aber unser 8080-Simulationsprogramm ein kleiner Schritt zum besseren Verständnis – wenn auch nur in einer Richtung: Die 6502-Besitzer werden erkennen, daß man auch mit dem 8080-Befehlssatz etwas anfangen kann, wenn es auch einiger Umgewöhnung bedarf. Wer schreibt ein 8080-Programm zur Simulation des 6502?

Herwig Feichtinger

Michael Bleistein

Z-80-Assembler in Basic

2. Teil

Der einzulesende Datenfile wird durch ein unabhängiges Programm generiert. Das Listing dieses Hilfsprogramms zur Erzeugung einer Z-80-Codetabelle zeigt *Bild 4*. Wesentlich für die korrekte Arbeitsweise des Assemblers ist die genaue Einhaltung des Tabellenformats. Einzelheiten kann man *Tabelle 2* entnehmen. Weiter wird in diesem Programmteil der Name von Ein- und Ausgabefile abgefragt.

Die Zeilen 220 bis 870 ermöglichen es, einen Sourcefile zu erstellen und zu editieren. Falls ein Editor in der eigenen Systemsoftware bereits vorhanden ist, kann dieser Teil entfallen. Sollte die Speicherkapazität des Systems zu gering sein, so empfiehlt es sich, diesen Abschnitt als separates Programm zu schreiben und dann nur die jeweils benötigten Segmente einzulesen.

Die Eingabe eines Sourcefiles erfolgt formatfrei; es sind lediglich zwischen Label und Befehl sowie zwischen Befehl und Kommentar Strichpunkte zur Trennung einzusetzen. Wird eine Zeile ohne ein Label eingegeben, so muß der Befehl von einem Strichpunkt angeführt werden. Der Eingabemodus wird durch den Pseudobefehl „END" verlassen.

Zum Editieren sind drei Befehle vorhanden:

I =	Insert	Einfügen einer Zeile
D =	Delete	Löschen einer Zeile
L =	List	Formatiertes Listen des Sourcefile

Der Editor ist zeilenorientiert, d. h. es können nur ganze Zeilen eingeschoben oder gelöscht werden. Durch Eingabe von „E" (Exit) wird der Editor verlassen, und die Assemblierung beginnt. Da das Programm abfragt, ob eine Eingabe oder eine Editiergang erfolgen soll, ist es möglich, schon bestehende Sourcefiles unter Umgehung beider Routinen zu assemblieren.

Die Zeilen 890 bis 1330 besorgen den ersten Assemblierungsdurchgang. Hier wird der mnemonische Code in den Objectcode umgesetzt und eine Liste aller symbolischen Adressen erstellt. Können einzelne Zeilen nicht interpretiert werden, erfolgt eine Fehlermeldung, die auf dem File „FEHLIS.ASS" gespeichert wird. Eine Fehlermeldung führt nicht zum Abbruch der Assemblierung.

Die Zeilen 1350 bis 1690 stellen den zweiten Assemblierungsdurchgang dar. In diesem Abschnitt werden symbolische Operanden durch deren absolutes Äquivalent ersetzt.

Die Ausgabe erfolgt in den Zeilen 1710 bis 1900. Hier werden Source- und Objektfile auf einen Drucker oder ein Terminal ausgegeben. Es folgt die Fehlerliste und eine Aufstellung aller verwendeten symbolischen Adressen. Auch dieser Abschnitt kann als getrenntes Programm geschrieben und geladen werden, falls es erforderlich ist.

Die Zeilen 1920 bis 1970 sind ein Unterprogramm zum Separieren einer hexadezimalen Konstante aus dem Befehlscode, die Zeilen 1990 bis 2040 ein Unterprogramm zum Separieren eines Labels aus dem Befehlscode, die Zeilen 2060 bis 2130 ein Unterprogramm zur Umrechnung von Hexadezimal- in Dezimalzahlen. Die Hexadezimalzahl wird als Variable H$ übergeben, die Ausgabe erfolgt über D0. In den Zeilen 2150 bis 2240 steht ein Unterprogramm zur Umwandlung von Dezimal- in Hexadezimalzahlen. Die Übergabe der Variablen erfolgt sinngemäß wie oben.

Das Unterprogramm in den Zeilen 2260 bis 2530 übersetzt mnemonische Abkürzungen in den maschinenlesbaren Objectcode. Die Länge eines Maschinenbefehls ist dabei durch seine Lage in der Codetabelle festgelegt. Innerhalb dieser Grenzen empfiehlt es sich, die Befehle nach der Häufigkeit ihres Auftretens anzuordnen. Durch geschickte Plazierung der Befehle kann Programmlaufzeit eingespart werden, da die Codetabelle immer von Anfang an abgesucht wird.

Um die Unterscheidung von symbolischen Adressen und Hexadezimalkonstanten zu vereinfachen, müssen beide in spezielle Begrenzungszeichen gesetzt werden. Wird das Label „LABEL" als Operand verwendet, so muß es als $LABEL$, die Hexadezimalkonstante „F80E" als #F80E# geschrieben werden. Diese Festsetzung erschwert zwar die Eingabe, hat aber zur Folge, daß die Programmlaufzeit verkürzt wird und vollkommene Freiheit in der Zeichenauswahl für die symbolischen Adressen besteht. Die maximale Länge eines Labels beträgt sechs Buchstaben, wobei auch Zahlen und Sonderzeichen mit Ausnahme von $ und # zugelassen sind.

Ein Beispiel

Bild 5 zeigt den Ausdruck eines Assemblierungsdurchgangs. Es wurde ein Programm zur Ein- und Ausgabe eines ASCII-Zeichens über einen seriellen Port vom Typ 8251 (Portadresse 04/06) assembliert. Im ersten Abschnitt wird nach der Eingabe von Ein- und Ausgabefile der Sourcecode eingegeben. Im Edit-Mode wird die Eingabe durch das „L"-Kommando überprüft. Mit Hilfe der Befehle „I" und „D" sind jetzt noch Korrekturen möglich. Danach startet man durch „E" die Assemblierung. Nach ca. 30 s erfolgt die Ausgabe.

Betrieb ohne Plattenspeicher

Da sicher viele Anwender des Programms nicht in der Lage sein werden, mit einer Platteneinheit als Speichermedium zu arbeiten, sollen noch einige Anregungen zum Betrieb mit Kassettenrecorder und Halbleiterspeicher gegeben werden.

Tabelle 2: Format des Code-File

BEFEHL	HEXCODE	CR	LF

Beispiele:
DEC H/25 <CR> <LF>
LD (IX+)/DD35 <CR> <LF>
BIT 5 (IX+)/DDCBHH6E <CR> <LF>

Tabelle 3: Fehlermeldungen

ILL CODE AT LINE XXXX
Fehlerhafter Befehlskode in Zeile XXXX

LBL NFD AT LINE XXXX
Label das in Zeile XXXX auftritt ist nicht definiert

JR OOR AT LINE XXXX
Sprungbereich eines relativen Sprungs überschritten

```
10 REM ************************************************************
20 REM ***  HILFSPROGRAMM ZUR ERZEUGUNG EINES DATENFILES  **********
30 REM ***              MIT Z-80 MNEMONICS               **********
40 REM ************************************************************
50 REM
60 REM MICHAEL BLEISTEIN ; 28.03.1979
70 REM
80 OPEN "DATA.ASS" FOR OUTPUT AS FILE #1
90 FOR I=1 TO 694
100 READ O$
110 PRINT #1:O$
120 NEXT I
130 DATA "ADC A,(HL)/8E","ADC A,A/8E","ADC A,B/88"
140 DATA "ADC A,C/89","ADC A,D/8A","ADC A,E/8B","ADC A,F/8C"
150 DATA "ADC A,L/8D"
160 DATA "ADD A,(HL)/86","ADD A,A/87","ADD A,B/80"
170 DATA "ADD A,C/81","ADD A,D/82","ADD A,E/83","ADD A,H/84"
180 DATA "ADD A,L/85","ADD HL,BC/09","ADD HL,DE/19"
190 DATA "ADD HL,HL/29","ADD HL,SP/39"
200 DATA "AND (HL)/A6","AND A/A7","AND B/A0","AND C/A1"
210 DATA "AND D/A2","AND E/A3","AND H/A4","AND L/A5"
220 DATA "CCF/3F","CP (HL)/BE","CP A/BF","CP B/B8"
230 DATA "CP C/B9","CP D/BA","CP E/BB","CP H/BC","CP L/BD"
240 DATA "CPL/2F","DAA/27","INC HL/23"
250 DATA "DEC (HL)/35","DEC A/3D","DEC B/05","DEC BC/0B"
260 DATA "DEC C/0D","DEC DE/1B","DEC D/15","DEC E/1D"
270 DATA "DEC H/25","DEC HL/2B","DEC L/2D","DEC SP/3B"
280 DATA "DI/F3","EI/FB","EX (SP),HL/E3","EX AF,AF'/08"
290 DATA "EX DE,HL/EB","EXX/D9","HALT/76","INC (HL)/34"
300 DATA "INC A/3C","INC B/04","INC C/0C","INC BC/03"
310 DATA "INC D/14","INC DE/13","INC E/1C","INC H/24"
320 DATA "INC L/2C","INC SP/33","JP (HL)/E9"
330 DATA "LD (BC),A/02","LD (DE),A/12","LD (HL),A/77"
340 DATA "LD (HL),B/70","LD (HL),C/71","LD (HL),D/72"
350 DATA "LD (HL),E/73","LD (HL),H/74","LD (HL),L/75"
360 DATA "LD A,(BC)/0A","LD A,(DE)/1A","LD A,(HL)/7E"
370 DATA "LD A,A/7F","LD A,B/78","LD A,C/79","LD A,D/7A"
380 DATA "LD A,E/7B","LD A,H/7C","LD A,L/7D","LD B,(HL)/46"
390 DATA "LD B,A/47","LD B,B/40","LD B,C/41","LD B,D/42"
400 DATA "LD B,E/43","LD B,H/44","LD B,L/45","LD C,(HL)/4E"
410 DATA "LD C,A/4F","LD C,B/48","LD C,C/49","LD C,D/4A"
420 DATA "LD C,E/4B","LD C,H/4C","LD C,L/4D","LD D,(HL)/56"
430 DATA "LD D,A/57","LD D,B/50","LD D,C/51","LD D,D/52"
440 DATA "LD D,E/53","LD D,H/54","LD D,L/55","LD E,(HL)/5E"
450 DATA "LD E,A/5F","LD E,B/58","LD E,C/59","LD E,D/5A"
460 DATA "LD E,E/5B","LD E,H/5C","LD E,L/5D","LD H,(HL)/66"
470 DATA "LD H,A/67","LD H,B/60","LD H,C/61","LD H,D/62"
480 DATA "LD H,E/63","LD H,H/64","LD H,L/65","LD L,(HL)/6E"
490 DATA "LD L,A/6F","LD L,B/68","LD L,C/69","LD L,D/6A"
500 DATA "LD L,E/6B","LD L,H/6C","LD L,L/6D","LD SP,HL/F9"
510 DATA "NOP/00","OR (HL)/B6","OR A/B7","OR B/B0"
520 DATA "OR C/B1","OR D/B2","OR E/B3","OR H/B4","OR L/B5"
530 DATA "POP AF/F1","POP BC/C1","POP DE/D1"
540 DATA "POP HL/E1","PUSH AF/F5","PUSH BC/C5","PUSH DE/D5"
550 DATA "PUSH HL/E5","RET/C9","RET C/D8","RET M/F8"
560 DATA "RET NC/D0","RET NZ/C0","RET P/F0","RET PE/E8"
570 DATA "RET PO/E0","RET Z/C8"
580 DATA "RLA/17","RLCA/07","RRA/1F","RRCA/0F","RST 0/C7"
590 DATA "RST 10/D7","RST 18/DF","RST 20/E7","RST 28/EF"
600 DATA "RST 30/F7","RST 38/FF","RST 8/CF","SBC A,(HL)/9E"
610 DATA "SBC A,A/9F","SBC A,B/98","SBC A,C/99","SBC A,D/9A"
620 DATA "SBC A,E/9B","SBC A,H/9C","SBC A,L/9D","SCF/37"
630 DATA "SUB (HL)/96","SUB A/97","SUB B/90","SUB C/91"
640 DATA "SUB D/92","SUB E/93","SUB H/94","SUB L/95"
650 DATA "XOR (HL)/AE","XOR A/AF","XOR B/A8","XOR C/A9"
660 DATA "XOR D/AA","XOR E/AB","XOR H/AC","XOR L/AD"
670 DATA "ADC A,/CE"
680 DATA "ADC HL,BC/ED4A","ADC HL,DE/ED5A","ADC HL,HL/ED6A"
690 DATA "ADC HL,SP/ED7A","ADD A,/C6","ADD IX,BC/DD09"
700 DATA "ADD IX,DE/DD19","ADD IX,IX/DD29","ADD IX,SP/DD39"
710 DATA "ADD IY,BC/FD09","ADD IY,DE/FD19","ADD IY,IY/FD29"
720 DATA "ADD IY,SP/FD39"
730 DATA "AND/E6","CP/FE","CPD/EDA9","CPDR/EDB9","CPI/EDA1"
740 DATA "CPIR/EDB1"
750 DATA "DEC IX/DD2B","DEC IY/FD2B","DJNZ/10"
760 DATA "EX (SP),IX/DD3E","EX (SP),IY/FDE3","IM 0/ED46"
770 DATA "IM 1/ED56","IM 2/ED5E","IN A,(C)/ED78","IN A,()/DB"
780 DATA "IN B,(C)/ED40","IN C,(C)/ED48","IN D,(C)/ED50"
790 DATA "IN E,(C)/ED58","IN H,(C)/ED60","IN L,(C)/ED68"
800 DATA "BIT 0,(HL)/CB46","BIT 0,A/CB47","BIT 0,B/CB40"
810 DATA "BIT 0,C/CB41","BIT 0,D/CB42","BIT 0,E/CB43"
820 DATA "BIT 0,H/CB44","BIT 0,L/CB45","BIT 1,(HL)/CB4E"
830 DATA "BIT 1,A/CB4F","BIT 1,B/CB48","BIT 1,C/CB49"
840 DATA "BIT 1,D/CB4A","BIT 1,E/CB4B","BIT 1,H/CB4C"
850 DATA "BIT 1,L/CB4D","BIT 2,(HL)/CB56","BIT 2,A/CB57"
860 DATA "BIT 2,B/CB50","BIT 2,C/CB51","BIT 2,D/CB52"
870 DATA "BIT 2,E/CB53","BIT 2,H/CB54","BIT 2,L/CB55"
880 DATA "BIT 3,(HL)/CB5E","BIT 3,A/CB5F","BIT 3,B/CB58"
890 DATA "BIT 3,C/CB59","BIT 3,D/CB5A","BIT 3,E/CB5B"
900 DATA "BIT 3,H/CB5C","BIT 3,L/CB5D","BIT 4,(HL)/CB66"
910 DATA "BIT 4,A/CB67","BIT 4,B/CB60","BIT 4,C/CB61"
920 DATA "BIT 4,D/CB62","BIT 4,E/CB63","BIT 4,H/CB64"
930 DATA "BIT 4,L/CB65","BIT 5,(HL)/CB6E","BIT 5,A/CB6F"
940 DATA "BIT 5,B/CB68","BIT 5,C/CB69","BIT 5,D/CB6A"
950 DATA "BIT 5,E/CB6B","BIT 5,H/CB6C","BIT 5,L/CB6D"
960 DATA "BIT 6,(HL)/CB76","BIT 6,A/CB77","BIT 6,B/CB70"
970 DATA "BIT 6,C/CB71","BIT 6,D/CB72","BIT 6,E/CB73"
980 DATA "BIT 6,H/CB74","BIT 6,L/CB75","BIT 7,(HL)/CB7E"
990 DATA "BIT 7,A/CB7F","BIT 7,B/CB78","BIT 7,C/CB79"
1000 DATA "BIT 7,D/CB7A","BIT 7,E/CB7B","BIT 7,H/CB7C"
1010 DATA "BIT 7,L/CB7D"
1020 DATA "INC IX/DD23","INC IY/FD23","IND/EDAA","INDR/EDBA"
1030 DATA "INI/EDA2","INIR/EDB2","JP (IX)/DDE9","JP (IY)/FDE9"
1040 DATA "JR C,/38","JR/18","JR NC,/30","JR NZ,/20"
1050 DATA "JR Z,/28"
1060 DATA "LD (HL),/36","LD A,I/ED57","LD A,/3E","LD B,/06"
1070 DATA "LD C,/0E","LD D,/16","LD E,/1E","LD H,/26"
1080 DATA "LD I,A/ED47","LD L,/2E","LD SP,IX/DDF9"
1090 DATA "LD SP,IY/FDF9","LDD/EDA8","LDDR/EDB8","LDI/EDA0"
1100 DATA "LDIR/EDB0","NEG/ED44","OR/F6","OTDR/EDBB"
1110 DATA "OTIR/EDB3","OUT (C),A/ED79","OUT (C),B/ED41"
1120 DATA "OUT (C),C/ED49","OUT (C),D/ED51","OUT (C),E/ED59"
1130 DATA "OUT (C),H/ED61","OUT (C),L/ED69","OUT (),A/D3"
1140 DATA "OUTD/EDAB","PUSH IX/DDE5","OUTI/EDA3","LD A,R/ED5F"
1150 DATA "POP IX/DDE1","EX (SP),IX/DDE3","POP IY/FDE1","PUSH IX/DD5E"
1160 DATA "PUSH IY/FDE5","RETI/ED4D","RETN/ED45"
1170 DATA "RES 0,(HL)/CB86","RES 0,A/CB87","RES 0,B/CB80"
1180 DATA "RES 0,C/CB81","RES 0,D/CB82","RES 0,E/CB83"
1190 DATA "RES 0,L/CB85","RES 0,H/CB84","RES 1,(HL)/CB8E"
1200 DATA "RES 1,A/CB8F","RES 1,B/CB88","RES 1,C/CB89"
1210 DATA "RES 1,D/CB8A","RES 1,E/CB8B","RES 1,H/CB8C"
1220 DATA "RES 1,L/CB8D","RES 2,(HL)/CB96","RES 2,A/CB97"
1230 DATA "RES 2,B/CB90","RES 2,C/CB91","RES 2,D/CB92"
1240 DATA "RES 2,E/CB93","RES 2,H/CB94","RES 2,L/CB95"
1250 DATA "RES 3,(HL)/CB9E","RES 3,A/CB9F","RES 3,B/CB98"
1260 DATA "RES 3,C/CB99","RES 3,D/CB9A","RES 3,E/CB9B"
```

```
1270 DATA "RES 3,H/CB9C","RES 3,L/CB9D","RES 4,(HL)/CBA6"
1280 DATA "RES 4,A/CBA7","RES 4,B/CBA0","RES 4,C/CBA1"
1290 DATA "RES 4,D/CBA2","RES 4,E/CBA3","RES 4,H/CBA4"
1300 DATA "RES 4,L/CBA5"
1310 DATA "RES 5,(HL)/CBAE","RES 5,A/CBAF","RES 5,B/CBA8"
1320 DATA "RES 5,C/CBA9","RES 5,D/CBAA","RES 5,E/CBAB"
1330 DATA "RES 5,H/CBAC","RES 5,L/CBAD","RES 6,(HL)/CBB6"
1340 DATA "RES 6,A/CBB7","RES 6,B/CBB0","RES 6,C/CBB1"
1350 DATA "RES 6,D/CBB2","RES 6,E/CBB3","RES 6,H/CBB4"
1360 DATA "RES 6,L/CBB5","RES 7,(HL)/CBBE","RES 7,A/CBBF"
1370 DATA "RES 7,B/CBB8","RES 7,C/CBB9","RES 7,D/CBBA"
1380 DATA "RES 7,E/CBBB","RES 7,H/CBBC","RES 7,L/CBBD"
1390 DATA "RL (HL)/CB16","RL A/CB17","RL B/CB10","RL C/CB11"
1400 DATA "RL D/CB12","RL E/CB13","RL H/CB14","RL L/CB15"
1410 DATA "RLC (HL)/CB06","RLC A/CB07","RLC B/CB00"
1420 DATA "RLC C/CB01","RLC D/CB02","RLC E/CB03","RLC H/CB04"
1430 DATA "RLC L/CB05","RLD/ED6F","RR (HL)/CB1E","RR A/CB1F"
1440 DATA "RR B/CB18","RR C/CB19","RR D/CB1A","RR E/CB1B"
1450 DATA "RR H/CB1C","RR L/CB1D","RRC (HL)/CB0E","RRC A/CB0F"
1460 DATA "RRC B/CB08","RRC C/CB09","RRC D/CB0A","RRC E/CB0B"
1470 DATA "RRC H/CB0C","RRC L/CB0D","RRD/ED67","SBC A,/DE"
1480 DATA "SBC HL,BC/ED42","SBC HL,DE/ED52","SBC HL,HL/ED62"
1490 DATA "SBC HL,SP/ED72"
1500 DATA "SET 0,(HL)/CBC6","SET 0,A/CBC7","SET 0,B/CBC0"
1510 DATA "SET 0,C/CBC1","SET 0,D/CBC2","SET 0,E/CBC3"
1520 DATA "SET 0,H/CBC4","SET 0,L/CBC5","SET 1,(HL)/CBCE"
1530 DATA "SET 1,A/CBCF","SET 1,B/CBC8","SET 1,C/CBC9"
1540 DATA "SET 1,D/CBCA","SET 1,E/CBCB","SET 1,H/CBCC"
1550 DATA "SET 1,L/CBCD","SET 2,(HL)/CBD6","SET 2,A/CBD7"
1560 DATA "SET 2,B/CBD0","SET 2,C/CBD1","SET 2,D/CBD2"
1570 DATA "SET 2,E/CBD3","SET 2,H/CBD4","SET 2,L/CBD5"
1580 DATA "SET 3,(HL)/CBDE","SET 3,A/CBDF","SET 3,B/CBD8"
1590 DATA "SET 3,C/CBD9","SET 3,D/CBDA","SET 3,E/CBDB"
1600 DATA "SET 3,H/CBDC","SET 3,L/CBDD","SET 4,(HL)/CBE6"
1610 DATA "SET 4,A/CBE7","SET 4,B/CBE0","SET 4,C/CBE1"
1620 DATA "SET 4,D/CBE2","SET 4,E/CBE3","SET 4,H/CBE4"
1630 DATA "SET 4,L/CBE5"
1640 DATA "SET 5,(HL)/CBEE","SET 5,A/CBEF","SET 5,B/CBE8"
1650 DATA "SET 5,C/CBE9","SET 5,D/CBEA","SET 5,E/CBEB"
1660 DATA "SET 5,H/CBEC","SET 5,L/CBED","SET 6,(HL)/CBF6"
1670 DATA "SET 6,A/CBF7","SET 6,B/CBF0","SET 6,C/CBF1"
1680 DATA "SET 6,D/CBF2","SET 6,E/CBF3","SET 6,H/CBF4"
1690 DATA "SET 6,L/CBF5","SET 7,(HL)/CBFE","SET 7,A/CBFF"
1700 DATA "SET 7,B/CBF8","SET 7,C/CBF9","SET 7,D/CBFA"
1710 DATA "SET 7,E/CBFB","SET 7,H/CBFC","SET 7,L/CBFD"
1720 DATA "SLA (HL)/CB26","SLA A/CB27","SLA B/CB20"
1730 DATA "SLA C/CB21","SLA D/CB22","SLA E/CB23","SLA H/CB24"
1740 DATA "SLA L/CB25","SRA (HL)/CB2E","SRA A/CB2F"
1750 DATA "SRA B/CB28","SRA C/CB29","SRA D/CB2A","SRA E/CB2B"
1760 DATA "SRA H/CB2C","SRA L/CB2D","SRL (HL)/CB3E"
1770 DATA "SRL A/CB3F","SRL B/CB38","SRL C/CB39","SRL D/CB3A"
1780 DATA "SRL E/CB3B","SRL H/CB3C","SRL L/CB3D","SUB/D6"
1790 DATA "XOR/EE"
1800 DATA "ADC A,(IX+)/DD8E","ADC A,(IY+)/FD8E"
1810 DATA "ADD A,(IX+)/DD86","ADD A,(IY+)/FD86"
1820 DATA "AND (IX+)/DDA6","AND (IY+)/FDA6","CALL C,/DC"
1830 DATA "CALL M,/FC","CALL NC,/D4","CALL NZ,/C4"
1840 DATA "CALL P,/F4","CALL PE,/EC","CALL PO,/E4"
1850 DATA "CALL Z,/CC","CALL/CD","CP (IX+)/DDBE","CP (IY+)/FDBE"
1860 DATA "DEC (IX+)/DD35","DEC (IY+)/FD35","INC (IX+)/DD34"
1870 DATA "INC (IY+)/FD34"
1880 DATA "JP C,/DA","JP M,/FA","JP NC,/D2","JP/C3"
1890 DATA "JP NZ,/C2","JP P,/F2","JP PE,/EA","JP PO,/E2"
1900 DATA "JP Z,/CA"
1910 DATA "LD (IX+),A/DD77","LD (IX+),B/DD70","LD (IX+),C/DD71"
1920 DATA "LD (IX+),D/DD72","LD (IX+),E/DD73","LD (IX+),H/DD74"
1930 DATA "LD (IX+),L/DD75","LD (IY+),A/FD77","LD (IY+),B/FD70"
1940 DATA "LD (IY+),C/FD71","LD (IT+),D/FD72","LD (IY+),E/FD73"
1950 DATA "LD (IY+),H/FD74","LD (IY+),L/FD75","LD (),A/32"
1960 DATA "LD (),HL/22","LD A,(IX+)/DD7E","LD A,(IY+)/FD7E"
1970 DATA "LD A,()/3A","LD B,(IX+)/DD46","LD B,(IT+)/FD46"
1980 DATA "LD BC,/01","LD C,(IX+)/DD4E","LD C,(IY+)/FD4E"
1990 DATA "LD D,(IX+)/DD56","LD D,(IY+)/FD56","LD DE,/11"
2000 DATA "LD E,(IX+)/DD5E","LD E,(IY+)/FD5E","LD H,(IX+)/DD66"
2010 DATA "LD H,(IY+)/FD66","LD HL,()/2A","LD HL,/21"
2020 DATA "LD L,(IX+)/DD6E","LD L,(IY+)/FD6E","LD SP,/31"
2030 DATA "OR (IX+)/DDB6","OR (IY+)/FDB6"
2040 DATA "SBC A,(IX+)/DD9E","SBC A,(IY+)/FD9E"
2050 DATA "SUB (IX+)/DD96","SUB (IY+)/FD96","XOR (IX+)/DDAE"
2060 DATA "XOR (IY+)/FDAE"
2070 DATA "BIT 0,(IX+)/DDCBHH46","BIT 0,(IY+)/FDCBHH46"
2080 DATA "BIT 1,(IX+)/DDCBHH4E","BIT 1,(IY+)/FDCBHH4E"
2090 DATA "BIT 2,(IX+)/DDCBHH56","BIT 2,(IY+)/FDCBHH56"
2100 DATA "BIT 3,(IX+)/DDCBHH5E","BIT 3,(IY+)/FDCBHH5E"
2110 DATA "BIT 4,(IX+)/DDCBHH66","BIT 4,(IY+)/FDCBHH66"
2120 DATA "BIT 5,(IX+)/DDCBHH6E","BIT 5,(IY+)/FDCBHH6E"
2130 DATA "BIT 6,(IX+)/DDCBHH76","BIT 6,(IY+)/FDCBHH76"
2140 DATA "BIT 7,(IY+)/FDCBHH7E","BIT 7,(IX+)/DDCBHH7E"
2150 DATA "LD (IX+)/DD36","LD (IY+)/FD36","LD (),BC/ED43"
2160 DATA "LD (),DE/ED53","LD (),IX/DD22","LD (),IY/FD22"
2170 DATA "LD (),SP/ED73","LD BC,()/ED4B","LD DE,()/ED5B"
2180 DATA "LD IX,()/DD2A","LD IX,/DD21","LD IY,()/FD2A"
2190 DATA "LD IY,/FD21","LD SP,()/ED7B","RES 0,(IX+)/DDCBHH86"
2200 DATA "RES 0,(IY+)/FDCBHH86","RES 1,(IX+)/DDCBHH8E"
2210 DATA "RES 1,(IY+)/FDCBHH8E","RES 2,(IX+)/DDCBHH96"
2220 DATA "RES 2,(IY+)/FDCBHH96","RES 3,(IX+)/DDCBHH9E"
2230 DATA "RES 3,(IY+)/FDCBHH9E","RES 4,(IX+)/DDCBHHA6"
2240 DATA "RES 4,(IY+)/FDCBHHA6","RES 5,(IX+)/DDCBHHAE"
2250 DATA "RES 5,(IY+)/FDCBHHAE","RES 6,(IX+)/DDCBHHB6"
2260 DATA "RES 6,(IY+)/FDCBHHB6","RES 7,(IX+)/DDCBHHBE"
2270 DATA "RES 7,(IY+)/FDCBHHBE","RL (IX+)/DDCBHH16"
2280 DATA "RL (IY+)/FDCBHH16","RLC (IX+)/DDCBHH06"
2290 DATA "RLC (IY+)/FDCBHH06","RR (IX+)/DDCBHH1E"
2300 DATA "RR (IY+)/FDCBHH1E","RRC (IX+)/DDCBHH0E"
2310 DATA "RRC (IY+)/FDCBHH0E","SET 0,(IX+)/DDCBHHC6"
2320 DATA "SET 0,(IY+)/FDCBHHC6","SET 1,(IX+)/DDCBHHCE"
2330 DATA "SET 1,(IY+)/FDCBHHCE","SET 2,(IX+)/DDCBHHD6"
2340 DATA "SET 2,(IY+)/FDCBHHD6","SET 3,(IX+)/DDCBHHDE"
2350 DATA "SET 3,(IY+)/FDCBHHDE","SET 4,(IX+)/DDCBHHE6"
2360 DATA "SET 4,(IY+)/FDCBHHE6","SET 5,(IX+)/DDCBHHEE"
2370 DATA "SET 5,(IY+)/FDCBHHEE","SET 6,(IX+)/DDCBHHF6"
2380 DATA "SET 6,(IY+)/FDCBHHF6","SET 7,(IX+)/DDCBHHFE"
2390 DATA "SET 7,(IY+)/FDCBHHFE","SLA (IX+)/DDCBHH26"
2400 DATA "SLA (IY+)/FDCBHH26","SRA (IX+)/DDCBHH2E"
2410 DATA "SRA (IY+)/FDCBHH2E","SRL (IX+)/DDCBHH3E"
2420 DATA "SRL (IY+)/FDCBHH3E"
```

Bild 4. Hilfsprogramm zur Erzeugung des Z-80-Codefiles

```
ADR  OBJ CODE  STMT LABEL   SOURCE CODE      COMMENT

0000           0001         ORG 4100         STARTADRESSE
4100 DB06      0002 INCHR   IN A,(#06#)      ABFRAGE STATUS
4102 CB57      0003         BIT 2,A
4104 28FA      0004         JR Z,$INCHR$     WARTEN READY
4106 3E17      0005         LD A,#17#        INITIALISIEREN
4108 D306      0006         OUT (#06#),A
410A DB06      0007 LOOP1   IN A,(#06#)      WARTEN INPUT
410C CB4F      0008         BIT 1,A
410E 28FA      0009         JR Z,$LOOP1$
4110 DB04      0010         IN A,(#04#)      ASCII INPUT
4112 C9        0011         RET
4113 322641    0012 OUTCHR  LD ($MEM$),A
4116 DB06      0013 LOOP2   IN A,(#06#)      STATUS ABFRAGEN
4118 CB57      0014         BIT 2,A
411A 28FA      0015         JR Z,$LOOP2$     INPUT ?
411C 3E31      0016         LD A,#31#        INITIALISIEREN
411E D306      0017         OUT (#06#),A
4120 3A2641    0018         LD A,($MEM$)     AKKU REFRESH
4123 D304      0019         OUT (#04#),A     ASCII OUTPUT
4125 C9        0020         RET
4126           0021 MEM     DB               ZWISCHENSPEICHER
4127           0022         END

FEHLER

LABEL LISTING

INCHR     4100
LOOP1     410A
OUTCHR    4113
LOOP2     4116
MEM       4126
```

Wird auf jedes externe Speichermedium verzichtet, so müssen eindimensionale Stringfelder die entsprechenden Files ersetzen. Die Codetabelle muß dann über READ-Anweisungen eingelesen werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist allerdings der hohe Speicherbedarf und damit der vergleichsweise geringe Umfang der noch zu verarbeitenden Sourcefiles. Der Vorteil ist die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit. Zu dieser Lösung wird man daher nur zu Demonstrationszwecken greifen.

Die zweite Möglichkeit ist der Betrieb des Programms mit einem oder zwei Kassettenrecordern. Je nach Anzahl der ansteuerbaren Kassettenrecorder wird man die speicherintensivsten Files auf einer Kassette anlegen. In erster Linie ist dies der Sourcefile. Alle anderen Files können wie oben angegeben als eindimensionale Stringfelder behandelt werden. Da der Assembler aber zwei Durchgänge benötigt, muß nach dem ersten zurückgespult werden.

Verwendung mit anderen CPU-Typen

Durch die verwendete Programmsprache kann der Assembler auf jedem System mit Standard-Basic-Interpreter betrieben werden. Es muß nur die jeweilige Codetabelle geladen werden. Zusätzlich müssen die Grenzen zwischen Gebieten unterschiedlicher Befehlslänge neu eingegeben werden (Zeile 2460). In Zeile 1500 bis 1520 werden relative Sprünge erkannt und entsprechend ausgewertet. Diese Zeilen müssen auch auf den jeweiligen CPU-Typ abgestimmt werden.

Literatur

Schmitt, G.: Einfacher Cross-Assembler für Mikroprozessoren; ELEKTRONIK 5/78, S. 69.

```
RSSZ80  18-JUN-79  BASIC V01-05

INPUTFILE?INOUT
OUTPUTFILE?INOUTO
INPUT MODE (Y/N)?Y

?;ORG 4100;STARTADRESSE
?INCHR;IN A,(#06#);ABFRAGE STATUS
?;BIT 2,A
?;JR Z,$INCHR$;WARTEN READY
?;LD A,#17#;INITIALISIEREN
?;OUT (#06#),A
?LOOP1;IN A,(#06#);WARTEN INPUT
?;BIT 1,A
?;JR Z,$LOOP1$
?;IN A,(#04#);ASCII INPUT
?;RET
?OUTCHR;LD ($MEM$),A
?LOOP2;IN A,(#06#);STATUS ABFRAGEN
?;BIT 2,A
?;JR Z,$LOOP2$;INPUT ?
?;LD A,#31#;INITIALISIEREN
?;OUT (#06#),A
?;LD A,($MEM$);AKKU REFRESH
?;OUT (#04#),A;ASCII OUTPUT
?;RET
?MEM;DB;ZWISCHENSPEICHEN
?;END

EDIT MODE (Y/N)?Y

I=INSERT;D=DELETE;E=EXIT;L=LIST
```

Bild 5. Das hier assemblierte Programm dient zur ASCII-Ein- und Ausgabe über einen seriellen Port vom Typ 8251

```
?L

INOUT.ASS        Z80 ASSEMBLER      V 1.0

0001           ORG 4100          STARTADRESSE
0002 INCHR     IN A,(#06#)       ABFRAGE STATUS
0003           BIT 2,A
0004           JR Z,$INCHR$      WARTEN READY
0005           LD A,#17#         INITIALISIEREN
0006           OUT (#06#),A
0007 LOOP1     IN A,(#06#)       WARTEN INPUT
0008           BIT 1,A
0009           JR Z,$LOOP1$
0010           IN A,(#04#)       ASCII INPUT
0011           RET
0012 OUTCHR    LD ($MEM$),A
0013 LOOP2     IN A,(#06#)       STATUS ABFRAGEN
0014           BIT 2,A
0015           JR Z,$LOOP2$      INPUT ?
0016           LD A,#31#         INITIALISIEREN
0017           OUT (#06#),A
0018           LD A,($MEM$)      AKKU REFRESH
0019           OUT (#04#),A      ASCII OUTPUT
0020           RET
0021 MEM       DB                ZWISCHENSPEICHER
0022           END
```

Computer zum Selbstbau

Das H-8-System von Heathkit

Eines der komfortabelsten Computersysteme zum Selbstbau ist derzeit wohl der H-8 von Heathkit nebst Peripherie: das Floppy-Disk-Laufwerk H-17, das Videoterminal H-9 und der Drucker H-14. Dieser Drucker läßt sich dank seiner RS-232-Schnittstelle übrigens auch mit anderen Computern problemlos verbinden und ist in erster Linie wegen seines geringen Preises interessant.

Bild 1. Das Videoterminal H-9

Doch zunächst zum Computer selbst. Der H-8 arbeitet mit der CPU 8080 und verfügt über zahlreiche Steckplätze für Speichererweiterungen, eine Floppy-Disk-Controller-Karte und Eingabe/Ausgabe-Erweiterungen. Ein Netzteil ist wie auch bei allen Peripheriegeräten eingebaut. Im Grundzustand lassen sich Programme auf einem externen Kassettenrecorder speichern; leider ist das in ROMs gespeicherte Monitorprogramm nicht allzu komfortabel, so daß es sich empfiehlt, entweder von der Kassette oder von der Floppy-Disk ein leistungsfähigeres Betriebssystem zu laden, z. B. das Debugger-Programm BUG-8. Es umfaßt 3 KByte und erlaubt das Einschreiben von Programmen, deren Prüfen im Einzelschritt-Betrieb und das Setzen von sog. Breakpoints. Der Texteditor TED-8 erlaubt bereits eine einfache Textverarbeitung zusammen mit dem Terminal H-9 *(Bild 1)*, leidet allerdings an dessen Einschränkung, keine Kleinbuchstaben verarbeiten zu können. Schließlich gibt es noch den 8080-Assembler HASL-8 und das Benton Harbor BASIC, das auch so nützliche Befehle wie BUILD, SCRATCH, PAUSE, PORT und MAX einschließt.

Für den Umgang mit dem Floppy-Disk-Speicher H-17 benötigt man das Disk-Operating-System HDOS, das normalerweise auf einer Floppy geliefert wird und über ein einfaches Bootstrap-Programm im ROM des H-8 in das System-RAM übernommen wird. Außer einem Diagnostik-Programm bietet es auch die Möglichkeit, bestimmte Files auf einer Diskette per Software vor dem Überschreiben zu schützen.

Der Drucker H-14

Der Heath-Drucker *(Bild 2)* ist auch für die Benutzer anderer Mikrocomputer-Systeme interessant – vor allem wegen seines geringen Preises als Bausatz – und wird hier etwas näher besprochen. Er benötigt vorgefaltetes, an den beiden Seiten gelochtes Papier mit 3...9,5 Zoll Breite. Die Verbindung zum Computer geschieht mit einer seriellen RS-232- oder 20-mA-Schnittstelle und einem Handshake-Busy-Signal; bei 110 Bd kann man auf die Handshake-Leitung verzichten. Die Übertragungsgeschwindigkeit kann 110...4800 Bd betragen, wobei ein 256-Zeichen-Bufferspeicher für die eingehenden ASCII-Zeichen zur Verfügung steht. Der Anschluß an beliebige Mikrocomputer-Systeme ist im Handbuch des Druckers ausführlich beschrieben.

Bestimmte Steuerzeichen werden im Drucker decodiert. Dies sind: LF (Line Feed), Papiervorschub um eine Zeile; FF (Form Feed), Papiervorschub zum nächsten Blatt; CR (Carriage Return), Ausdruck des Bufferspeichers und – wenn programmiert – anschließend Vorschub um eine Zeile; ESC (Escape), Umdefinieren der Zeichenbreite.

Der Zeichensatz umfaßt 96 ASCII-Symbole, die in einer 5 x 7-Punktmatrix mittels sieben übereinanderstehender Drucknadeln und eines Farbbandes gedruckt werden. Pro Zoll können 10, 12 oder 16,5 Zeichen auf Papier gebannt werden, wobei die gewünschte Zahl per Software angewählt werden kann.

Die Steuerung des gesamten Drukkers übernimmt ein eingebauter, kleiner 1-Chip-Mikrocomputer (MK 3870) und ein UART zur Serien-Parallel-Wandlung. Zur Steuerung der Motoren dienen Triacs als Schalter; die 20-mA-Schnittstelle ist mit einem Optokoppler realisiert. Ob noch genug Papier vorhanden ist und ob der Druckkopf in der Ruhelage steht, wird von zwei Lichtschranken registriert. Mechanik ist in einem Drucker zwar unumgänglich – hier wurde sie auf das vertretbare Minimum reduziert. Fe.

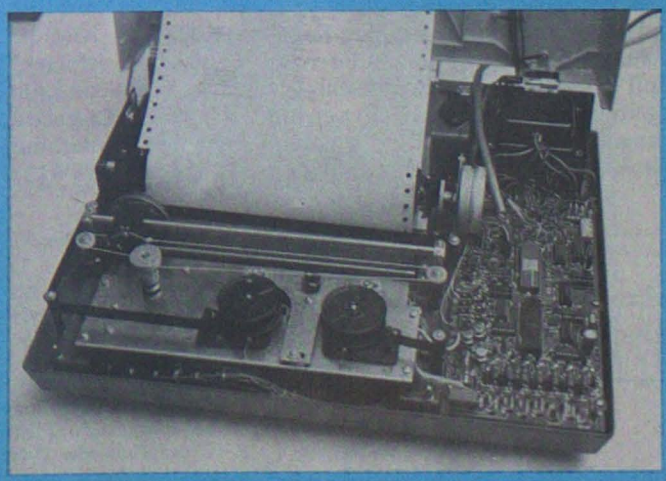


Bild 2. Auch für die Besitzer anderer Mikrocomputer-Systeme ist der Drucker H-14 interessant – vor allem wegen seines relativ geringen Bausatzpreises (Fotos: Knoll)

Impedanzuntersetzer-Berechnung

In seiner grundlegenden Form besteht die Schaltung eines Impedanzuntersetzers aus drei gleichartigen Impedanzen, von denen zwei feste Werte besitzen und die dritte variabel ist. *Bild 1* veranschaulicht dies anhand von Kapazitäten. C_1 und C_2 haben feste Werte, während C_T ein Trimmer ist. Die gezeigte Schaltung eignet sich dazu, den Bereich von C_T durch Zuschalten anderer Kapazitäten C_1 und C_2 zu verändern, wie dies z. B. für das Ziehen eines Quarzoszillators erforderlich wird, wenn Schaltungskapazitäten des Versuchaufbaues anders als erwartet sind und sich die Notwendigkeit ergibt, den Bereich des vorhandenen Trimmers zu verringern oder zu verlegen, um den Abgleich des Quarzoszillators bewerkstelligen zu können. Zahlenmäßig kann das so aussehen, daß ein Trimmer von 10...25 pF tatsächlich den Trimmerbereich C von 6 bis 7,5 pF haben sollte, der außerhalb des Einstellbereichs des Trimmers liegt. Mit dem in *Bild 2* gezeigten Programm für den Rechner SR-56 lassen sich die beiden Kapazitäten C_1 und C_2, die für diese Verlagerung des Trimmbereichs, wie in Bild 1 gezeigt, zugeschaltet werden müssen, leicht berechnen.

Definiert man mit C_o den oberen und mit C_u den unteren Wert des Trimmers C_T, mit C_3 den oberen und C_4 den unteren Wert des gewünschten Trimmbereichs von C, wären für das erstgenannte Beispiel $C_o = 25$ pF, $C_u = 10$ pF, $C_3 = 7{,}5$ pF und $C_4 = 6$ pF.

Die zu lösenden Gleichungen sind:

(1) $C_3C_0+C_3C_1+C_3C_2-C_0C_2-C_1C_2 = 0$

(2) $C_4C_u+C_4C_1+C_4C_2-C_uC_2-C_1C_2 = 0$

Sie entsprechen der Darstellung in Bild 1 und müssen für die beiden unbekannten Kapazitäten C_1 und C_2 gelöst werden. Da die beiden unbekannten Kapazitäten nichtlinear miteinander verknüpft sind und keine analytische Lösung für C_1 und C_2 zulassen, müssen die Lösungen iterativ ermittelt werden. Einfache iterative Verfahren, wenn verwendbar, liefern meist schon nach wenigen Iterationsschritten eine Lösung, haben aber den Nachteil, daß sie auf ihre Stabilität hin untersucht werden müssen. Für das vorliegende Problem kann ein einfaches Iterationsverfahren angewendet werden, wenn Gleichung (1) für C_2 und Gleichung (2) für C_1 gelöst wird.

Das beigefügte Rechnerprogramm ist denkbar einfach. Die bekannten Größen werden, wie im nachfolgenden Beispiel angegeben, in die entsprechenden Register eingegeben, worauf das Rechnerprogramm gestartet werden kann. Die Werte jeder Iteration werden kurz angezeigt: Der erste angezeigte Wert gibt den Wert für C_2, der zweite den für C_1 an. Der Wert für C_1 wird doppelt so lange angezeigt wie der von C_2. Auf diese Weise kann der Verlauf der Iterationen über die Anzeige leicht verfolgt werden. Ändern sich die Werte nicht mehr (nach 10 bis 20 Iterationen), kann der Rechengang durch Betätigen der R/S-Taste beendet werden.

Rechenbeispiel:
Es seien $C_o = 25$ pF, $C_u = 10$ pF, $C_3 = 7{,}5$ pF, $C_4 = 6$ pf. C_o wird in Register 1, C_u in Register 2, C_3 in Register 5 und C_4 in Register 6 geladen.

Nach Ablauf des Programms (nach etwa 20 Iterationen) enthält Register R3 den Wert für $C_1 = 5$ pf, R4 den Wert für $C_2 = 10$ pf. *Dipl.-Ing. Hans L. Steinmetz*

Video-Ausgabe beim AIM-65

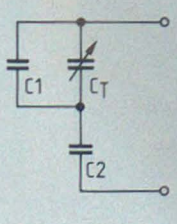
Der Mikrocomputer AIM-65 besitzt zwar ein 20stelliges alphanumerisches Display; beim Arbeiten mit dem Assembler oder in BASIC ist aber die Verwendung einer externen Video-Interface-Schaltung (z. B. VAB-2 von Mostek) recht praktisch. Leider besitzt das VAB-2 aber wiederum keine ASCII-Tastatur; es wäre daher nützlich, wenn das Video-Interface zusätzlich zum Display des AIM-65 mitliefe und dadurch die schon vorhandene AIM-Tastatur weiterbenützt werden könnte. Das Programm im *Bild* dient diesem Zweck. Bei der Inbetriebnahme ist wie folgt vorzugehen:

1. Das Programm im Bild laden (0170...01A4).
2. Um die Video-Ausgabe zu erreichen, schließt man das Interface an die serielle TTY-Schnittstelle des AIM an, schaltet es auf 300 Bd und startet das Programm an der Adresse 0170. Der TTY-Schalter auf der AIM-Platine bleibt dabei in Stellung KB.
3. Auf dem Bildschirm erscheint „Rockwell AIM-65". Alle Ein- und Ausgaben erfolgen jetzt parallel auf dem Video- und dem LED-Display.
4. Um die Ausgabe auf dem Bildschirm wieder zu unterbinden, startet man das Programm bei 0198. Das Video-Interface ist dann abgeschaltet; auf dem AIM-Display erscheint „Rockwell AIM-65".

Mit diesem Programm ist es möglich, ein Video-Interface oder einen Drucker mit serieller Schnittstelle zusammen mit der AIM-65-Tastatur zu betreiben

```
0170 A9 LDA #87
0172 8D STA A406
0175 A9 LDA #01
0177 8D STA A407
017A A9 LDA #0C
017C 8D STA A417
017F A9 LDA #C2
0181 8D STA A418
0184 6C JMP (FFFC)
0187 20 JSR EEA8
018A 29 AND #7F
018C C9 CMP #0D
018E D0 BNE 0197
0190 48 PHA
0191 A9 LDA #0A
0193 20 JSR EEA8
0196 68 PLA
0197 60 RTS
0198 A9 LDA #05
019A 8D STA A406
019D A9 LDA #EF
019F 8D STA A407
01A2 6C JMP (FFFC)
```

Selbstverständlich eignet sich die Routine auch für das Ausdrucken von Programmen auf einem Drucker mit serieller Schnittstelle. Die Baudrate kann an den Adressen 017B und 0180 nach den Angaben im AIM-Handbuch, auf den Seiten 9...29, geändert werden. Fe.



◀ Bild 1. Durch zwei zusätzliche Festkondensatoren läßt sich der Variationsbereich eines Drehkondensators oder Trimmers beliebig einengen; das funktioniert natürlich ebenso mit Leitwerten, d. h. mit Kehrwerten von Widerständen

Bild 2. ▶ Programm für den SR-56 von Texas Instruments. Es läßt sich ohne weiteres auch z. B. für den TI-58 oder TI-59 umschreiben

Adresse	Befehle
00	0 STO 3 RCL 5 x (RCL 1 + RCL 3) -
14	(RCL 1 + RCL 3 - RCL 5) =
25	STO 4 PAUSE RCL 6 x (RCL 2 + RCL 4)
38	- RCL 2 + RCL 4 = - (RCL 4 - RCL 6)
53	= STO 3 PAUSE PAUSE GTO 0 3

Ing. (grad.) Michael Arnoldt

Nf-Generator für Sinus in Treppenform

Mit dem IC FX-205 kann eine Nf-Spannung erzeugt werden, die durch eine Treppenkurve der Sinusform angenähert ist. Diese Methode wird selten angewandt, da man der Treppenkurve schon optisch einen hohen Oberwellengehalt zutraut. Daß dem unter Beachtung einiger Kriterien nicht so sein muß, zeigt der folgende Beitrag anhand des PMOS-Tonfrequenzgenerators FX-205. Merklich ins Gewicht fallen erst die 7. und die 9. Harmonische.

Das IC verfügt u. a. über elektronische Schalter, die verschiedene, exakt bemessene Stromstufen einzustellen gestatten. *Bild 1* zeigt den Verlauf der Treppenkurve, die in dieser Darstellung folgende Zustände anzunehmen vermag:

$-U$; $-0{,}7071 \cdot U$; 0; $+0{,}7071 \cdot U$; $+U$.

Das mathematische Hilfsmittel der Fourier-Analyse zeigt bei Anwendung auf diese Treppenkurve einige bemerkenswerte Resultate:

- Zunächst werden alle geradzahligen Harmonischen zu Null, also 2f, 4f, 6f usw. und fallen somit heraus.
- Die Amplituden der ungeradzahligen Harmonischen werden minimal bei Einstellung der Zwischenstufen auf $U \cdot \sin 45° = 0{,}7071 \cdot U$. Die (hier nicht ausgeführte) Berechnung zeigt, daß nur die Harmonischen mit den Ordnungszahlen $m \cdot 8 \pm 1$ erscheinen und daß ihre Amplituden entsprechend den Ordnungszahlen abnehmen. So liegen – zunächst rein rechnerisch – die ersten ins Gewicht fallenden Harmonischen 7f und 9f um den Faktor 7 (17 dB) bzw. 9 (19 dB) unter der Grundwelle. In der Praxis läßt sich die Realisierung des Wertes 0,7071 nur mit gewissen Einschränkungen erreichen. Deshalb ist eine Unterdrückung der jeweiligen Oberwelle mit > 60 dB nicht immer zu erwarten.

Aufbau des FX-205

Bild 2 zeigt das interne Funktionsbild und die äußere Beschaltung des FX-205. Die Stromstufen werden von den Ausgängen Q1...Q4 angesteuert. Da die mit den Widerständen R_{a1}...R_{a4} gebildete Schaltung einen konstanten Ausgangsstrom liefert, verläuft die Ausgangsspannung als Funktion von R_L weitgehend proportional zu R_L (siehe *Tabelle 1*). Der Zähler Z erhält das Taktsignal vom astabilen Multivibrator AMV und teilt durch 8. Durch eine externe RC-Kombination (R1, C1n) schwingt der AMV. Er kann auch von außen angesteuert werden (Umschaltung durch S1). Unabhängig davon las-

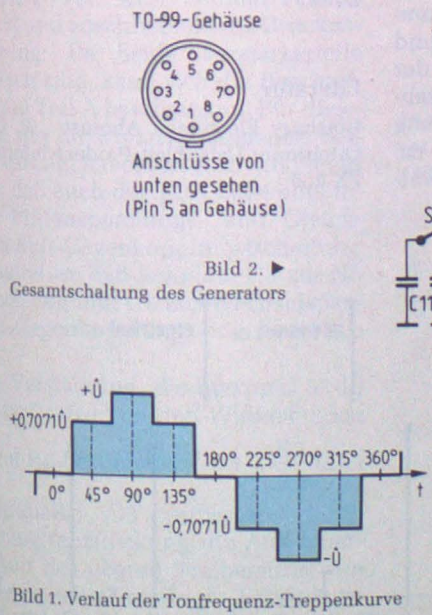


Bild 1. Verlauf der Tonfrequenz-Treppenkurve

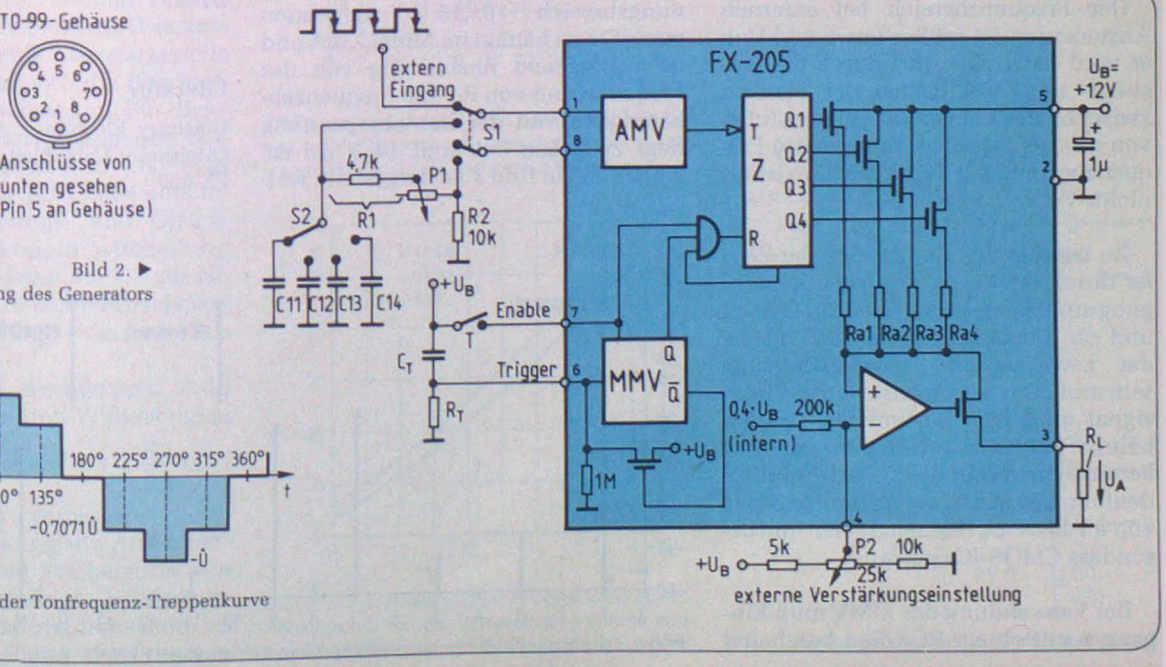


Bild 2. ▶ Gesamtschaltung des Generators

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen R_L und U_A

R_L/Ω	U_{Ass}/V
2,2 k	4,5
560	1,2
200	0,43
100	0,22
15	0,04

Tabelle 2: Ausgangsspannung in Abhängigkeit von P 2, $R_L = 2\ k\Omega$

U_{Ass}/V	U_{P2}/V
5,4	6,3
4,8	7,0
3,9	8,0
3,0	9,0
2,1	10,0

sen sich mit dem monostabilen Multivibrator (MMV) Tonlängen einstellen. Die Verknüpfung nimmt ein NAND-Glied vor. Die Ausgangsschaltung verfügt über einen mit P2 einstellbaren Verstärker (siehe *Tabelle 2*). Der AMV liefert eine Ausgangsfrequenz nach folgender Formel:

$$f = \frac{1}{K \cdot (R2 + 2R1) \cdot C1n}$$

Darin sind K = 5...6; R1 und R2 in MΩ; C1n in µF; f in Hz (R1, Potentiometer ≦ 1 MΩ; R2 = 10 kΩ). Bei einer Betriebsspannung von 12 V ± 2 V läßt sich mit Hilfe verschiedener Werte von R1 und C1n ein Bereich von etwa 1 Hz...15 kHz überstreichen.

Der Frequenzbereich bei externen Ansteuerung ist größer (etwa 50 kHz); er wird nach oben nur durch die Anstiegs- und Abfallzeiten der Flanken zwischen den einzelnen Treppenstufen von ca. 1 µs begrenzt. Eine untere Frequenzbegrenzung durch das IC existiert nicht.

Zu beachten ist immer, daß der Zähler durch 8 teilt, da sich jede Schwingung aus 8 Einzelstufen zusammensetzt und die Eingangsfrequenz das 8fache der gewünschten Ausgangsfrequenz sein muß. Das extern ansteuernde Taktsignal muß kein bestimmtes Tastverhältnis aufweisen, vielmehr genügen bereits kurze Impulse. Der Amplitudenhub der Ansteuerspannung sollte von 0 V bis + U_B reichen. Daher sind besonders CMOS-ICs geeignet.

Bei Verwendung des MMV muß Eingang 6 mit einem RC-Glied beschaltet werden. Die durch R_T und C_T einstellbare Zeitspanne errechnet sich nach $t = 0{,}7 \cdot C_T R_T$. Nach Schließen des Tasters T bewirkt der MMV, daß für die Zeit t eine Schwingungsfolge abgegeben wird. Die Verknüpfung vom Zähler Z zum NAND-Glied läßt die Ausgangsspannung immer mit dem unteren Scheitelwert der Treppenspannung beginnen und nach Ablauf des Enable-Signals jeweils mit dem negativen Scheitelwert enden.

Wird der MMV nicht benutzt, dann hält die Ausgangsschwingung so lange an, wie das Enable-Signal H vorliegt. Bei Verwendung des MMV läßt sich der Vorgang durch einen positiven Impuls am Enable-Eingang starten. Er endet nach der Zeit t, wobei ebenfalls noch die letzte Schwingung beendet wird.

Anwendungen

Die auf einfachem Weg erreichte gute Oberwellenfreiheit eröffnet in Verbindung mit AMV und MMV sowie externer Frequenzansteuerung einen weiten Anwendungsbereich, vor allem im Tonfrequenzgebiet. Die Verwendung des internen AMV in Verbindung mit umschaltbaren Kondensatoren C1n und einem 100-(200-)kΩ-Potentiometer erlaubt den Aufbau eines Tonfrequenzgenerators, der in 4 Schalterstellungen den Bereich 1 Hz bis 10 kHz problemlos überstreicht (siehe *Tabelle 3, 4*).

Spannungsversorgung

Der im garantierten Betriebsspannungsbereich (10...15 V) aufgenommene Strom beträgt im Mittel 7 mA und ist weitgehend unabhängig von der Frequenz und von R_L. Die Frequenzabhängigkeit von der Betriebsspannung liegt zwischen 8 V und 14 V bei ca. $7 \cdot 10^{-3}$/V. In *Bild 3* ist dargestellt, welche Ausgangsspannungswerte für die Grundfrequenz 1 kHz und die Oberwellen bis 19 kHz mit einem selektiven Pegelmesser ermittelt wurden. Die Ausgangsspannung der Grundwelle betrug dabei (effektiv) 2,0 V (= 0 dB). Bemerkenswert ist die gute Übereinstimmung der gemessenen und errechneten Harmonischen 7f, 9f, 15f, 17f usw. Der daraus bestimmte Klirrfaktor ergibt sich zu 21 %.

Tabelle 3: Frequenzbereiche bei P1 = 200 kΩ

C1	Frequenzbereich
680 pF	550 Hz...11 kHz
8,2 nF	45 Hz...1,1 kHz
8 nF	6 Hz...166 Hz
0,47 µF	0,9 Hz...20 Hz

Tabelle 4: Frequenzbereiche bei P1 = 100 kΩ

C1	Frequenzbereich
680 pF	0,9 kHz...11 kHz
8,7 nF	90 Hz...1,1 kHz
0,1 µF	8 Hz...110 Hz
1 µF	0,7 Hz...10 Hz

Literatur

Ginsbury Electronic, Ahornstr. 10, D-8012 Ottobrunn: Datenblatt Product Information FX-205

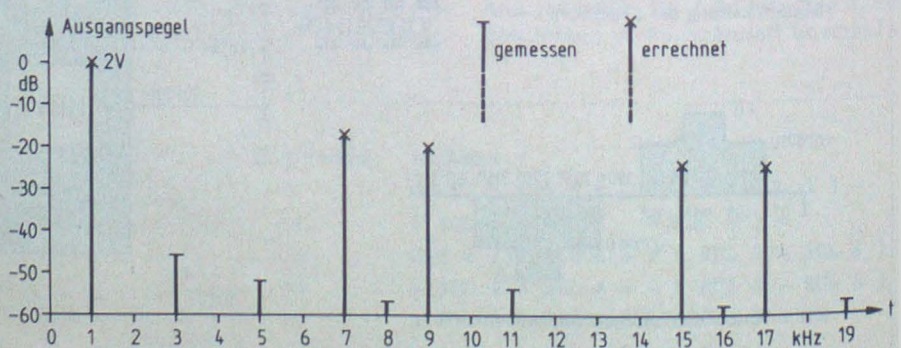


Bild 3. Spektrum der Ausgangsspannung, Grundschwingung 1 kHz, 2 V_{eff}

Herbert Sax

Stereo-Verstärker mit 2 x 12 W

In Ergänzung zum TDA 2003 beschreibt dieser Teil den ebenfalls für Autoempfänger gedachten dualen Leistungsverstärker TDA 2004, mit dem 2 x 12 W oder 25 W in Brükkenschaltung erreichbar sind.

Konzeption des ICs

Wie im vorausgegangenen Beitrag in Heft 24/79 bereits erwähnt, erwartet man von Leistungsverstärker-ICs für Autoempfänger eine geringe Außenbeschaltung bei möglichst hoher Ausgangsleistung. Daß der Anteil der Stereogeräte kontinuierlich ansteigt, gab den Anlaß zur Entwicklung des TDA 2004. In dem hierzu neu entwickelten 11-Pin-SIL-Gehäuse befinden sich auf einem Chip zwei vollkommen getrennte Leistungsverstärker, die nur den Masse- und Versorgungsspannungsanschluß sowie die Störunterdrückungsschaltung gemeinsam haben. *Bild 1* zeigt die Ausgangsleistung pro Kanal im Stereobetrieb, *Bild 2* in der Brückenschaltung. Umfangreiche Schutzfunktionen wie dump protection, AC und DC short circuit protection, thermal shut down (s. Heft 20, S. 1145), vermindern die Zerstörungsgefahr bei kritischen Betriebszuständen. Internal compensation, low noise und low saturation gehören ebenfalls zum Standard.

Außenbeschaltung und Funktion

Betrachten wir zuerst die Standardschaltung für die 2-Kanal-Version (*Bild 3*) und anschließend die Brückenschaltung. Da beide Verstärkerteile identisch sind, kann sich die Beschreibung auf Teil A beschränken. Für diejenigen, die die vorausgegangenen Beiträge verfolgt haben, ist es nichts Neues mehr, daß auch der TDA 2004 eine interne Mittenspannungs- und Gleichspannungs-Gegenkopplungsschaltung beinhaltet, so daß lediglich C2 zur Nf-Einspeisung und C6 zur Wechselspannungs-Gegenkopplung erforderlich sind.

Die Verstärkung, die maximal 52 dB sein darf, wird von den Widerständen R1 und R2 bestimmt ($v = 1 + \frac{R1}{R2}$). Der Bootstrapelko C3 verbessert durch Spannungsaufstockung die Aussteuerfähigkeit der oberen Treiberstufe, um eine möglichst niedrige Sättigungsspannung des Endstufentransistors zu erreichen. Die Siebung der internen mittenspannungserzeugenden Schaltung von Störanteilen auf der Versorgungsspannung erfolgt für beide Verstärkerteile gemeinsam durch C7 an Pin 3. Der Widerstand R4 korrigiert die Mittenspannung an Pin 8, da diese für die einfache Variante ohne Bootstrapelko dimensioniert wurde, bei der Pin 7 und 11 auf $+V_s$ liegen. Eventuelle Schwingneigung wird durch die Kondensatoren C5 und C8 vermieden. R3 und C4 bilden das bereits bekannte Boucherot-Glied.

Die Brückenschaltung

Bei der Brückenschaltung (*Bild 4*) wird zur Erzielung zweier gegenphasiger Ausgangssignale der invertierende Eingang (Pin 2) des Verstärkerteils B angesteuert. Der nichtinvertierende Eingang Pin 1 liegt dabei über C14 an Masse. An Pin 2 ist praktisch kein Wechselspannungssignal, weil Pin 1 Nf-mäßig auf Masse liegt. Dadurch schaltet sich der Verbindungswiderstand R5, vom Verstärker A aus gesehen, parallel zu R2. Die Verstärkung von Teil A berechnet sich somit:

$$V = 1 + \frac{R1}{R2 \| R5} = 92\text{fach} \approx 39\ \text{dB}.$$

Durch die Gegenkopplung ist die Impedanz des Nf-Signals am invertierenden Eingang des Verstärkerteils A nahe Null, so daß der Verstärkerteil B über R5 extrem niederohmig angesteuert wird. Für die Verstärkungsberechnung gilt dann:

$$V = \frac{R7}{R5} = 100\text{fach} = 40\ \text{dB}.$$

An den Ausgängen Pin 8 und 10 liegen somit zwei gegenphasige Signale annähernd gleicher Amplitude, die sich am Lastwiderstand R_L addieren und gegenüber einer einfachen Stufe nahezu eine Leistungsvervierfachung bewirken.

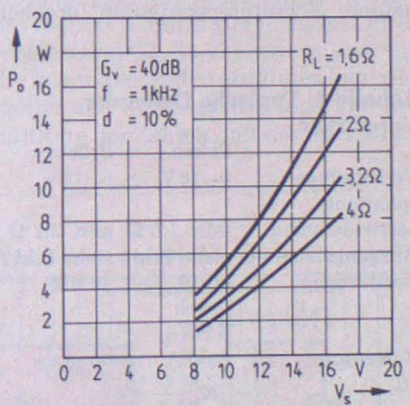


Bild 1. Ausgangsleistung pro Kanal in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung und dem Lastwiderstand bei 1 kHz und 10 % Klirrfaktor

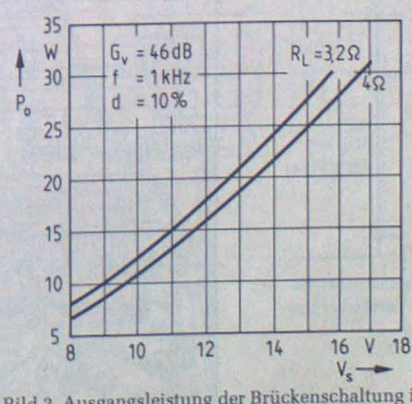


Bild 2. Ausgangsleistung der Brückenschaltung in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung und dem Lastwiderstand bei 1 kHz und 10 % Klirrfaktor

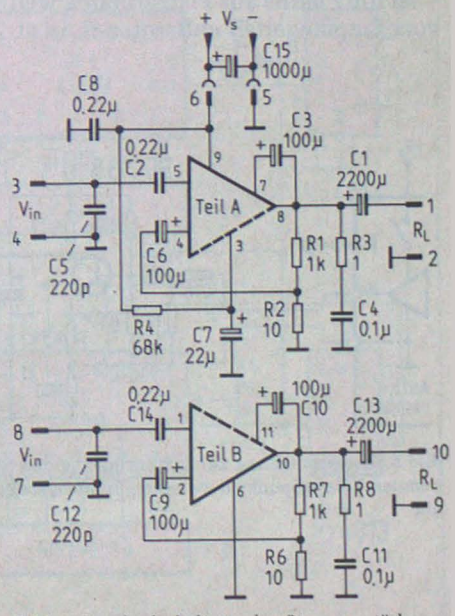
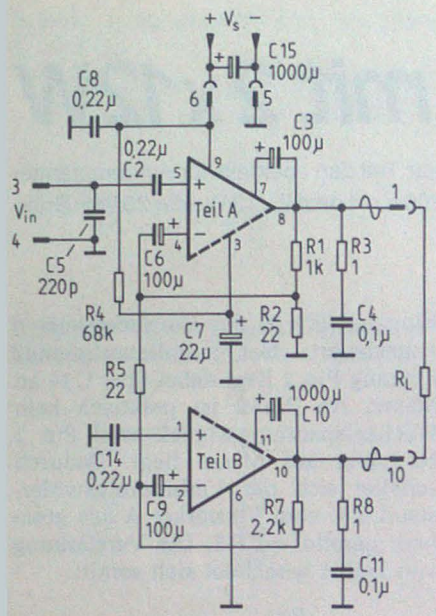


Bild 3. Standardschaltung des Stereoverstärkers



◀ Bild 4. Standardschaltung des Brückenverstärkers

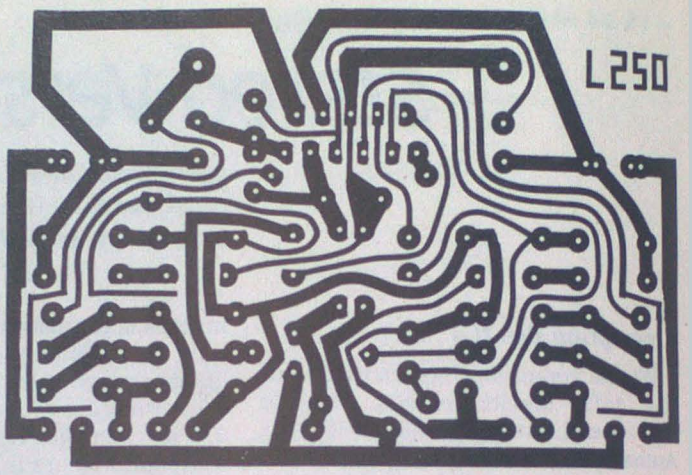


Bild 6. ▶ Layout des Stereo- und Brückenverstärkers

Anwendungsbeispiel

Wer die Brückenschaltung für sein bereits vorhandenes Autoradio als Nachbrenner benutzen möchte, muß das Ausgangssignal des Autoradios ca. 50fach herunterteilen, da die Gesamtverstärkung der Brücke etwa 46 dB beträgt. Bringt man die Platine unmittelbar am Autoradio an und erdet sie direkt am Empfängerchassis, sind außer dem Spannungsteiler für die Nf (470 Ω/10 Ω) keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Die Versorgungsspannung kann dann mit einer möglichst kurzen und dicken Leitung direkt dem Autoradio nach dem Einschalter oder am Motorantennenkontakt entnommen werden, gegebenenfalls muß die Sicherung verstärkt werden.

Ist die Platine aus Platzgründen weit vom Empfängerteil entfernt, z. B. in einer Box auf der hinteren Ablage, sind noch zusätzliche schaltungstechnische Maßnahmen nach *Bild 5* erforderlich, um überlagerte Störsignale zwischen unterschiedlichen Karosserieteilen zu unterdrücken.

Hinweise zum Aufbau

Bild 6 zeigt das Platinen-Layout, das sowohl für die Zweikanal-Version als auch für die Brückenschaltung gilt. Die beiden Schaltungsvarianten ergeben sich durch unterschiedliche Bestückung der Platinen. Zum Stereoverstärker gehört der Bestückungsplan nach *Bild 7*, zur Brückenschaltung der nach

Tabelle 1: Typische Daten der Verstärker

	Stereo	*Brücke*
Versorgungsspannung:	6...18 V	6...18 V
Lastwiderstand:	min. 1,6 Ω	min. 3,2 Ω
Ausgangsleistung:	siehe Bild 1	siehe Bild 2
Verstärkung:	40 dB, Änd. 46 dB durch R2/R6	
Ruhestrom:	65 mA	60 mA

Tabelle 2: Stückliste

	Stereo		Brücke
IC	*TDA 2004*		*TDA 2004*
R1/7	1 kΩ	R1	1 kΩ
R2/6	10 Ω	R2/5	22 Ω
R3/8	1 Ω	R3/8	1 Ω
R4	68 kΩ	R4	68 kΩ
		R7	2,2 kΩ
C1/13	2200 µF 16 V Elko	C2/14	0,22 µF
C2/14	0,22 µF	C3/10	100 µF 16 V Elko
C3/10	100 µF 16 V Elko	C4/11	0,1 µF
C4/11	0,1 µF	C5	220 pF
C5/12	220 pF	C6/9	100 µF 6 V Elko
C6/9	100 µF 6 V Elko	C7	22 µF 16 V Elko
C7	22 µF 16 V Elko	C8	0,22 µF
C8	0,22 µF	C15	1000 µF 16 V Elko
C15	1000 µF 16 V Elko		

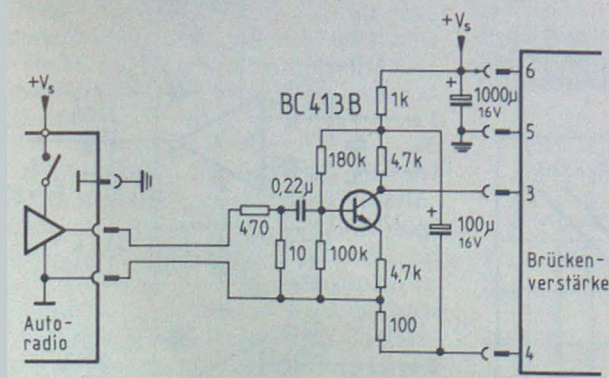


Bild 5. Zusatzschaltung zur Unterdrückung von Störsignalen bei getrennten Erdungspunkten zwischen Empfangsteil und Verstärkerplatine

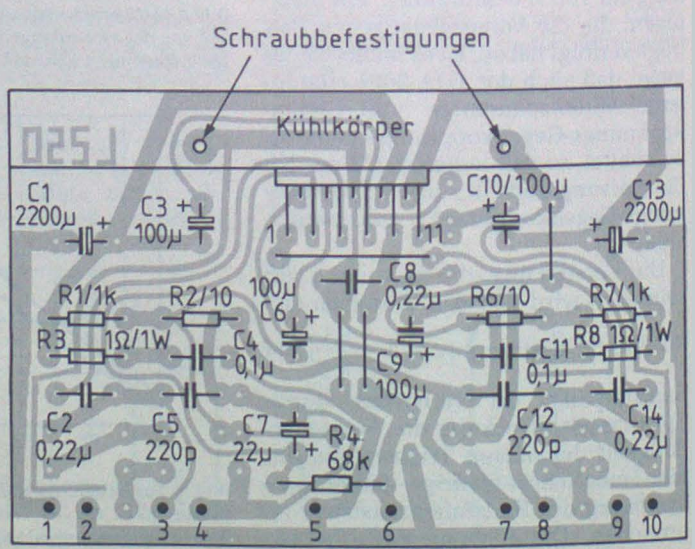


Bild 7. ▶ Bestückungsplan des Stereoverstärkers

Bild 8. Um eine überhöhte Temperatur zu vermeiden, sollte der Wärmewiderstand des Kühlkörpers nicht mehr als 4°K/W betragen. Die beiden Schraubbefestigungen Bild 7/8 müssen, wenn sie nicht bereits miteinander über den Kühlkörper kontaktiert sind, auf der Platinen-Leiterseite verbunden werden. Der Siebelko C15, der sich außerhalb der Platine befindet, sollte möglichst nahe am Versorgungsspannungsanschluß plaziert werden. In der *Tabelle 1* sind die wichtigsten technischen Daten aufgeführt, *Tabelle 2* beinhaltet die Stückliste.

Im nächsten Beitrag wird der 20-W-Hi-Fi-Leistungsverstärker TDA 2030 beschrieben.

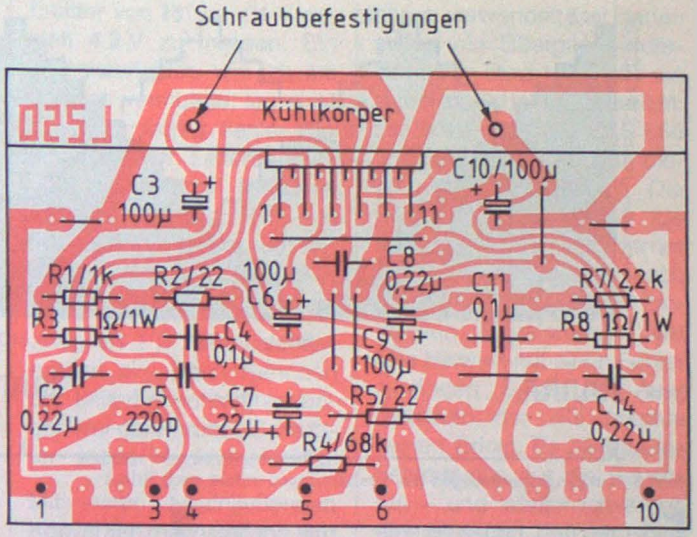


Bild 8. Bestückungsplan des Brückenverstärkers

Digitaler Mehrphasengenerator

Die beschriebene Schaltung erzeugt bezogen auf eine Phase Φ_1 im Raster von 12° wählbare phasenverschobene Spannungen.

Die Spannungserzeugung erfolgt durch einen 4-bit-Vor-Rückwärts-Zähler (IC1), der durch ein FF (IC2) in der Zählrichtung bei Erreichen seiner Extremwerte LLLL und HHHH umgeschaltet wird. Nach der D/A-Wandlung durch ein R-2R-Netzwerk steht am Ausgang ein symmetrisches Dreiecksignal zur Verfügung. Bei Bedarf kann hier ein geeigneter Wandler (Diodenwandler) angeschlossen werden.

Die Synchronisierung der einzelnen Phasen erfolgt durch die Bezugsphase Φ_1 (*Bild 1*). Gatter N 7 detektiert jeweils den Maximaldurchgang (15 ≙ HHHH) des Zählers IC1 und gibt über das Differenzierglied C2, R2 ein Presetsignal für die folgenden Stufen ab; dieses setzt die Zähler und Richtungsflipflops. Zur Ermittlung der Zahlen, mit der die Zähler programmiert werden, wird ein Diagramm mit den gewünschten Phasenverläufen gezeichnet. *Bild 2* zeigt ein Beispiel für einen Phasenwinkel von 120°. Am oberen Scheitelpunkt von Φ_1 (also bei $\varphi = 0$) können an der U_A-Achse die Zahlen für die Programmierung der Zähler abgelesen werden, in unserem Beispiel die Zahl 5. Diese Zahl wird durch das Presetsignal in den Zähler übernommen. Gleichzeitig werden die Richtungsflipflops gesetzt, die festlegen, ob mit dem nächsten Clockimpuls die Amplitude steigt oder fällt. Für ein Ansteigen der Amplitude muß das ent-

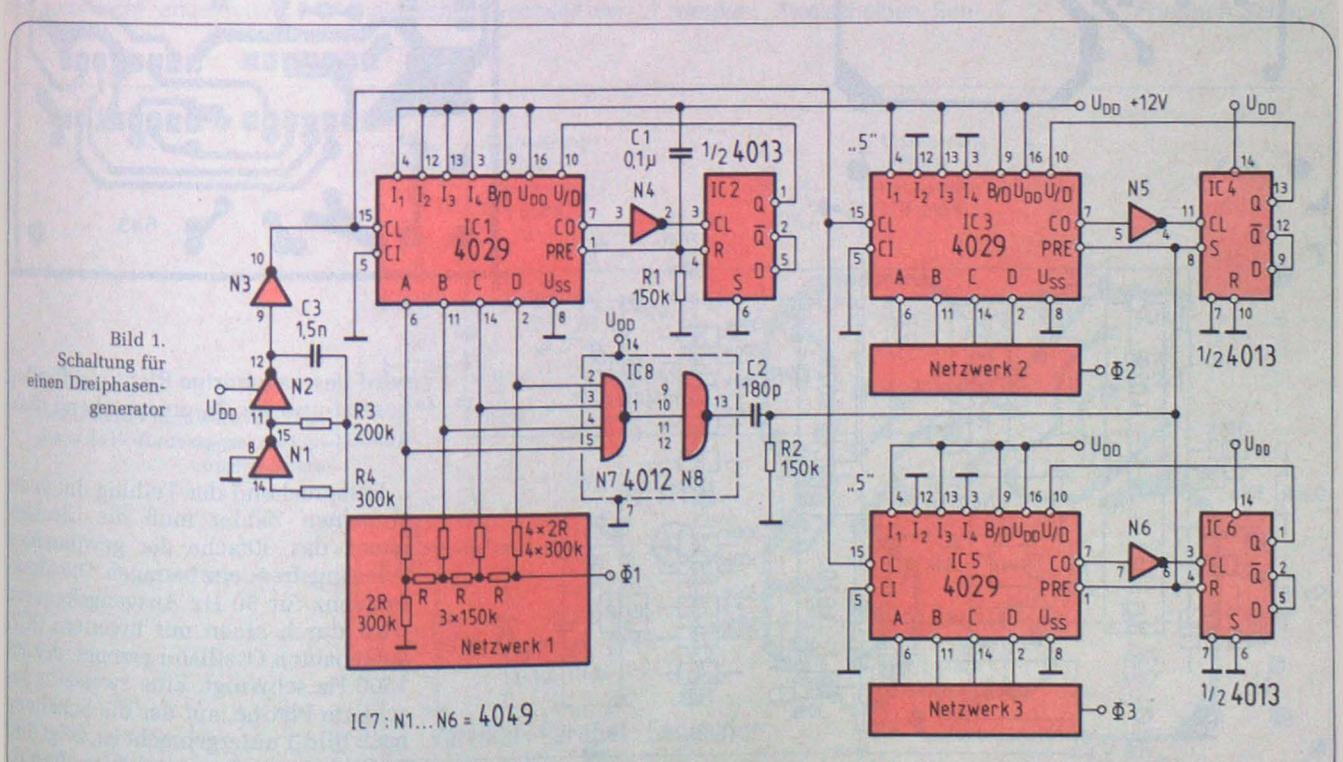


Bild 1. Schaltung für einen Dreiphasengenerator

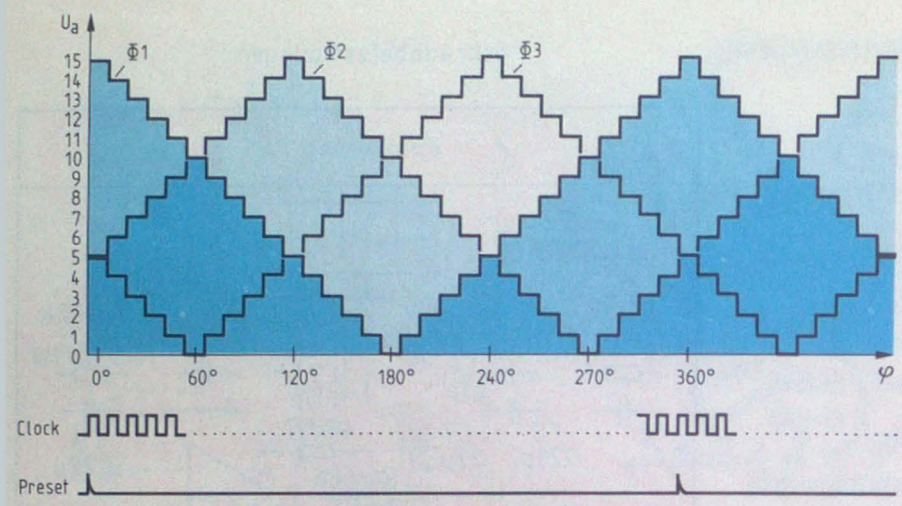


Bild 2. Ausgangsspannungen des Drehstromgenerators nach Bild 1

sprechende FF gesetzt und für ein Abfallen der Amplitude rückgesetzt werden. Für definierte Anfangsbedingungen beim Einschalten sorgt das RC-Glied R1, C1.

Drehstromgenerator

Bild 1 zeigt einen nach dem beschriebenen Prinzip aufgebauten Drehstromgenerator mit den in Bild 2 dargestellten Ausgangsspannungen. Bei der hier gewünschten Phasenverschiebung von jeweils 120° muß die Vorsetzzahl für Φ_2 und Φ_3 jeweils „5" betragen, wenn Φ_1 ihr Maximum erreicht. Die Amplitude von Φ_2 muß danach ansteigen, somit

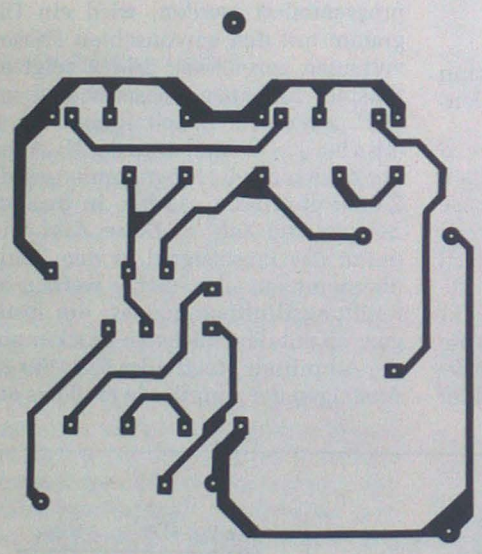
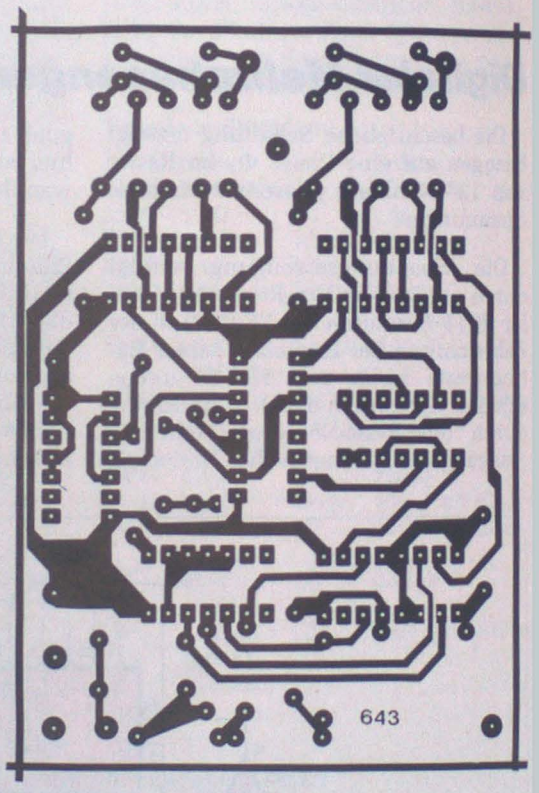


Bild 3. Platine für die Schaltung nach Bild 1



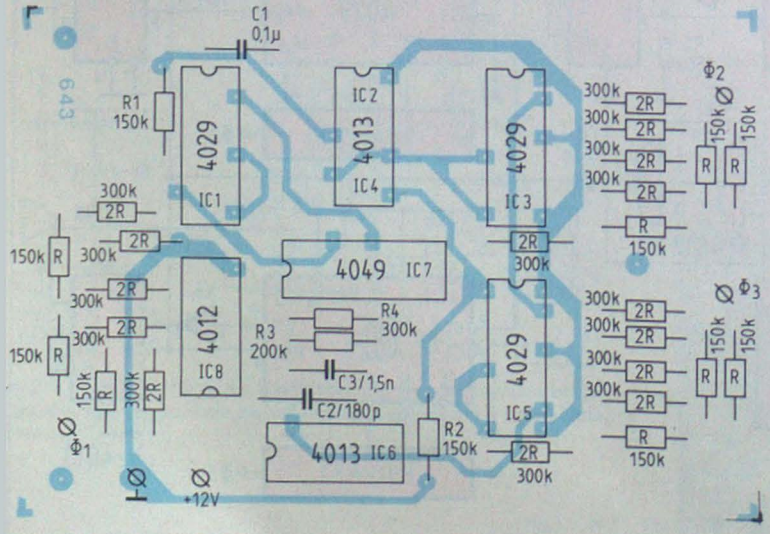


Bild 4. Bestückungsplan für die zweiseitig kaschierte Platine

wird das zugehörige Richtungsflipflop gesetzt und für Φ_3 entsprechend rückgesetzt.

Entsprechend der Teilung durch die einzelnen Zähler muß die Clockfrequenz das 30fache der gewünschten Ausgangsfrequenz betragen. Die Clockfrequenz für 50 Hz Ausgangsfrequenz wird durch einen mit Invertern (IC7) aufgebauten Oszillator erzeugt, der mit 1500 Hz schwingt. Eine zweiseitig kaschierte Platine, auf der die Schaltung nach Bild 1 untergebracht ist, zeigt *Bild 3*; *Bild 4* ist der zugehörige Bestückungsplan. *Hans-Jürgen Probst*

Farbfernseh-Service

Konvergenzeinsteller wirkungslos

Neben diversen Mängeln wies ein älteres Farbfernsehgerät unter anderem starke Konvergenzabweichungen auf. Nachdem der horizontal-dynamische Konvergenzteil für Blau instandgesetzt worden war, zeigten sich überraschenderweise auch noch auffällige Deckungsfehler in der vertikal-dynamischen Konvergenzstufe. Wie ich feststellen mußte, waren plötzlich einige Konvergenzeinsteller wirkungslos geworden. Also wurde letztlich der Vertikal-Konvergenzteil unter die Lupe genommen. Die erforderlichen Messungen wurden zunächst im Vertikal-Verstärker für Rot/Grün sowie Blau vorgenommen. Den vorhandenen Gleichspannungswerten nach zu urteilen gab es keinerlei Beanstandungen, aber dafür fehlten sämtliche Impulse an allen Transistoren im besagten Vertikal-Verstärker. Da dieser auch nicht angesteuert wurde, setzte ich meine Messungen im vorgeschalteten Vertikal-Parabel-Generator (*Bild*) fort. Dieser Schaltungsteil stellt eine Impulsformerstufe dar, die aus dem Vertikal-Sägezahn die für den Ausgleich von vertikal-dynamischen Konvergenzfehlern erforderliche Parabelspannung erzeugt. In der zweistufigen Schaltung hatten sich an jedem Transistor erhebliche Spannungsabweichungen eingestellt. So waren am Emitter von T 1 ca. 24 V anstatt 4,2 V zu messen. Ein Transistorfehler, wie ich ihn anfangs vermutete, lag nicht vor. Eigentlicher Fehler war ein doppelter Leiterbahnriß, und zwar einmal zwischen Emitterwiderstand R 6 und Emitter von T 1 und zum anderen zwischen R 6 und R 7.

Dadurch stellten sich gleichzeitig an T 2 Potentialänderungen ein. Nach Beheben der Leiterbahnunterbrechungen war der Parabel-Generator wieder funktionstüchtig.

Mit einer anschließenden Konvergenznachstellung war dann endlich auch der letzte Fehler am Gerät behoben.

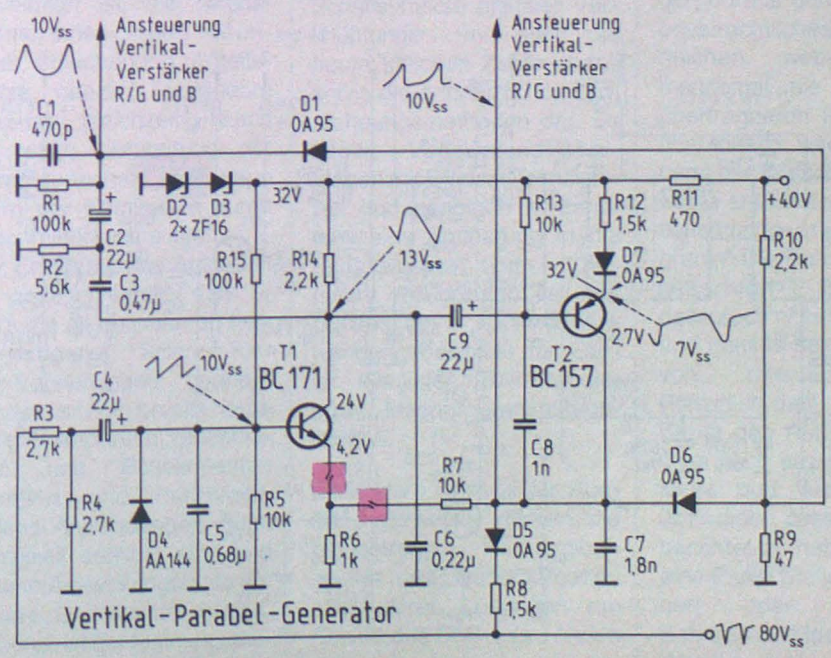
Dieter Langbehn

Kein Bild, kein Ton

Ein etwa fünf Jahre altes Fernsehgerät kam mit der Fehlerbeschreibung in die Werkstatt: Kein Bild, kein Ton.

Bei der ersten Überprüfung zeigte sich, daß auf dem Bildschirm nur Rauschen zu sehen war. Auch konnten die Kanäle nicht gewechselt werden, da die Programmwahl mit Sensoren nicht arbeitete. Nur während des Berührens einer der Sensortasten leuchtete die „1" schwach auf. Der Tuner bekam also weder eine Schaltspannung für die Bereiche noch eine Abstimmspannung. Bei dem Gerät werden Zweischeiben-Sensoren verwendet, bei denen schon ein Übergangswiderstand von etwa 10 MΩ für ein sicheres Schalten ausreicht. Die bekannten ICs SAS 560 und SAS 570 wurden in diesem Gerät eingesetzt. Die Spannungen an diesen ICs stimmten mit den Angaben im Schaltbild überein. Auch nach sorgfältiger Prüfung aller beteiligten Bauelemente war kein Hinweis auf einen Fehler zu finden. Selbst das Auswechseln der ICs brachte keinen Erfolg. Es blieben als Fehlerquelle nur die Sensoren – und tatsächlich ergab eine Messung, daß der Isolationswiderstand mit 100...200 kΩ erstaunlich gering geworden war. Ich vermutete eine ungewollte chemische Reaktion, da sich von außen keine Verschmutzung erkennen ließ. Nachdem ich die Sensoren-Blende erneuert hatte, arbeitete das Gerät einwandfrei. Oft werden im Haushalt die Sensorflächen mit chemischen Reinigungsmitteln gereinigt. Wie die Erfahrung zeigt, treten gerade dann Veränderungen der Isolationsmasse auf, die zu solchen Fehlfunktionen führen.

Friedrich Schedel



Zwei Leiterbahnrisse waren die Ursache für die Wirkungslosigkeit der Konvergenzeinsteller

Werkstattpraxis

Hochspannungs-Reparaturen

Oft treten bei der Reparatur von hochspannungsmäßig „undicht" gewordenen Bauteilen Probleme auf. Aber nicht immer ist es nötig, das hochspannungs-untaugliche Teil zu erneuern. Hochspannungsfassungen und andere von Sprüh- und Überschlagungserscheinungen bedrohte Teile lassen sich sehr oft retten.

Nach einer vorherigen Reinigung mit Benzin (die zu behandelnde Fläche muß unbedingt sauber und vor allem fettfrei sein) wird reichlich Silikonkautschuk aufgetragen. Ich persönlich verwende dabei das Fabrikat „Elchsiegel", obwohl andere Produkte dieser chemischen Zusammensetzung den gleichen Dienst tun.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den noch flüssigen Stoff mit einem mit Seifenwasser benetzten Finger zu glätten. Nach meinen Erfahrungen zeigen sich nach der vom Hersteller empfohlenen Abbindezeit keine störenden Hochspannungserscheinungen in Fernsehgeräten mehr.

Wolfgang Päßler

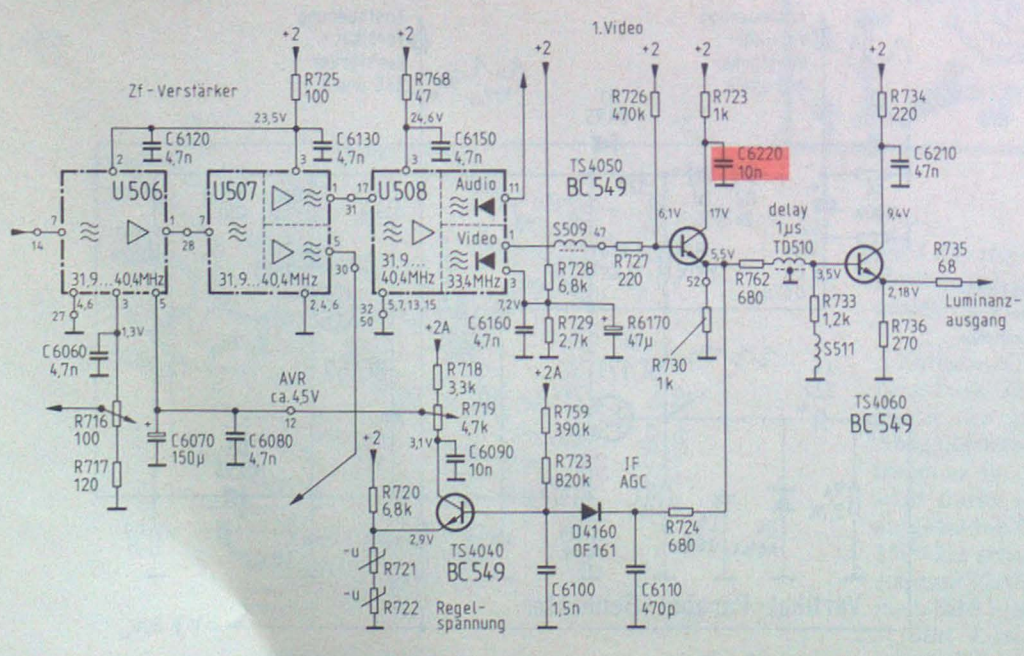
Unter der Bezeichnung PhAp bietet die Peiner Firma Elmeg einen Nachfolger des bekannten und bewährten Prüf-Handapparates IV an. Der Nummernschalter wurde größer und bekam anstelle der Wählscheibe mit Stiften eine Fingerlochscheibe. Zusätzlich wurde ein Summer eingebaut. Damit verfügt der Apparat über ein eigenes Anruforgan. Auch besteht jetzt die Anschlußmöglichkeit für einen Zweithörer. Neben dem nsi-Kontakt befindet sich im Nummernschalter ein nsa-Kontakt, der die eigenen Wählgeräusche unterdrückt. Der Prüf-Handapparat PhAp ist als besondere Sprechstelle durch das FTZ zugelassen.

Videorecorderservice

Keine Aufnahme möglich

Bei einem Videorecorder war zwar Wiedergabe möglich, jedoch keine Aufnahme. Da sowohl Bild als auch Ton im Monitor fehlten, vermutete ich den Fehler in den Bild-Zf- oder Regelspannungsstufen des Empfangsteils. Ich hatte richtig vermutet; die Regelspannung betrug etwa 9 V. Dadurch wurde der Zf-Verstärker völlig zugeregelt. An der Basis des Transistors TS 4040 (Regelspannungserzeugung) stellte ich eine Spannung von 1,8 V fest (*Bild*). Die Basisvorspannung wird über die Widerstände R 759, R 723 und die im Emitterkreis liegenden VDR erzeugt und sollte bei 3,5 V liegen. Der Transistor TS 4040 war in Ordnung. Die niedrige Basisspannung kam also über die Diode D 4160 vom ersten Video-Transistor TS 4050. Ich stellte hier am Emitter und Kollektor eine Spannung von 0,12 V fest. Die Basisspannung betrug 0,82 V. Die Ursache dieser niedrigen Spannungen war schnell gefunden: Der Kondensator C 6220 hatte einen Schluß. Nachdem ich den Kondensator ersetzt hatte, arbeitete das Gerät wieder einwandfrei.

Willibald Pelka



Die Kollektorspannung des Transistors TS 4050 wurde vom defekten Kondensator C 6220 kurzgeschlossen

Neue Bücher

Amateurfunk-Superhets

Schaltungsbeispiele von einfachen Empfängern bis zu hochwertigen KW-Allbandgeräten. Von Gerhard E. Gerzelka. 4., neu bearbeitete Auflage, 115 Seiten mit 82 Abbildungen. RPB-electronic-taschenbuch Nr. 108. Kart. 7,80 DM. Franzis-Verlag, München.
ISBN 3-7723-1084-2

Dieses Buch erlaubt Einblicke in die Schaltungstechniken moderner KW- und UKW-Empfänger und gibt viele Anregungen zum Selbstbau. Die Palette der beschriebenen Geräte reicht von einfachen Schaltungen für das 80-m-Band bis hin zu anspruchsvollen KW-Allbandgeräten und 2-m-Konvertern. Alle Schaltungen, darunter auch Einzelheiten von zwei im Handel erhältlichen Industriegeräten, sind detailliert beschrieben. Keine Schaltungseinzelheit bleibt im Text unerwähnt. Sämtliche Selbstbauschaltungen sind nach dem Baukastenprinzip gestaltet, damit sie ohne Schwierigkeiten in der bewährten Modultechnik aufgebaut werden können, eine Bauweise, die den bescheidenen Arbeitsmitteln eines OM-Jedermann sehr entgegenkommt. Aber nicht nur der Anfänger wird diesem Buch viele Anregungen entnehmen können. Auch der erfahrene Amateur schaut gern in dieses Buch, um sich über den aktuellen Stand der Technik beim Selbstbau von Empfängern zu unterrichten. Im letzten Kapitel kann man u. a. einige Tips und Hinweise zur Selbstbau-Praxis lesen. Dort ist auch ein Generator beschrieben, mit dessen Hilfe man den Empfänger eichen kann. Für den, der noch seine Geräte selbst bauen möchte, ist das Buch eine wahre Fundgrube. Die weite Verbreitung der vorhergehenden Auflagen spricht für sich.

Ta.

Running Wild

The Next Industrial Revolution. Von Adam Osborne. 1. Auflage, 181 Seiten. Paperback, 18 DM. te-wi-Verlag, München.
ISBN 0-931988-28-4.

Adam Osborne ist den meisten Mikrocomputer-Interessenten längst als Fachbuchautor bekannt. Mit dem nun vorliegenden neuen Werk hat er erstmals das populärwissenschaftliche Feld betreten und stellt die These auf, daß die im amerikanischen „Silicon Valley" konzentrierte Mikroelektronik-Industrie Verursacherin einer industriellen Revolution ist, die (wieder einmal) einen großen Teil unserer bestehenden Arbeitsplätze gänzlich verändern wird und gleichzeitig durch die weite Verbreitung der Computertechnik eine neue Form der Kriminalität durch Datenmißbrauch schafft.
Der Erfahrung des Autors ist es zuzuschreiben, daß er nicht mit an den Haaren herbeigezogenen Science-Fiction-Vorstellungen operiert, sondern sich an bereits heute fertig entwickelten Technologien und Bauelementen orientiert und beschreibt, welche Anwendungen damit prinzipiell denkbar sind und welche Auswirkungen sie auf unsere Gesellschaft haben. Osborne ist der Meinung, daß die neue industrielle Revolution bereits vor fünf Jahren begann – und daß ihre Folgen erst in 25 Jahren überschaubar sein werden.

Fe.

Entwurf digitaler Systeme

Eine praktische Einführung. Von Kurt H. Schmidt. 1. Auflage, 153 Seiten. Lehrbuchreihe Elektronik. Kart. 34 DM. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart.
ISBN 3-408-53537-X

Das vorliegende Buch dürfte eines der wenigen Werke sein, die sich nicht auf die bloße Theorie beschränken, sondern auch an Hand konkreter, tatsächlich erhältlicher ICs und Bauelemente praktische Lösungsmöglichkeiten für typische Anwenderprobleme aufzeigen. Der Nachteil, damit an eine bestimmte Technologie-Epoche gebunden zu sein, kann durch eine regelmäßige Überarbeitung wettgemacht werden – eine Herausforderung an den Autor.

Das Buch definiert zunächst logische Zustände und digitale Signalpegel, zeigt die Schaltsymbole digitaler Verknüpfungen und stellt die heute üblichen Zahlencodes sowie die erforderlichen Umrechnungsmethoden dar. Es folgen Verknüpfungsschaltungen mit Dioden, Transistoren und gängigen IC-Familien, eine Einführung in die Schaltalgebra und – das nimmt den größten Teil des Buches ein – konkrete Anwendungsbeispiele für Zähler, Register, D/A-Wandler und Mikroprogrammsteuerungen.

Besonders wertvoll für Ausbildungszwecke dürften die eingestreuten Übungsbeispiele und Laboraufgaben sein, deren Lösungen am Schluß des Buches zu finden sind.

-ger

Revolution auf dem Bildschirm

Die neuen Medien Videotext und Bildschirmtext. Von Axel Buchholz und Alexander Kulpok. 215 Seiten, Goldmann-Sachbuch-Reihe Nr. 11265. Kart. 6,80 DM. Goldmann-Verlag, München.
ISBN 3-442-11265-6

Videotext, Bildschirmzeitung oder Text-Rundfunk – je nach medienpolitischem Standort – und das über das Fernsprechnetz arbeitende Bildschirmtext-System wurden in Deutschland erstmals 1979 während der Berliner Funkausstellung auf breiter Basis erprobt und machten dadurch auch in der Öffentlichkeit von sich reden.
Die Autoren des vorliegenden Buches geben nicht nur über die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der beiden Dienste, besonders des im Dialog-Betrieb arbeitenden Bildschirmtext-Systems, Auskunft, sondern gehen auch auf die politischen Auseinandersetzungen ein: Während die Rundfunkanstalten Videotext gerne unter den öffentlich-rechtlichen Fittichen sehen, möchten die Zeitungen daraus gerne ein neues privatrechtliches Medium machen, wobei vielleicht manchmal die Menge der übertragbaren Informationen überschätzt wird. Ganz anders bei Bildschirmtext; hier ist die anzubietende Informationsmenge praktisch unbegrenzt. Die Bundesregierung betrachtet Bildschirmtext denn auch nicht als Rundfunk und machte seine Loslösung von öffentlich-rechtlichen Prinzipien damit möglich.
Es ist den Autoren des Buches hoch anzurechnen, objektiv und sachlich-neutral über diese Zusammenhänge berichtet zu haben, ohne für eine Partei Stellung zu beziehen oder televisionäre Schreckensbilder an die Wand zu malen.

Fe.

Neue Druckschriften

Hauptsächlich Artikel für optische Effekte (Light-Show) sind in dem **Electronic-Katalog** von Electron enthalten. Aber auch Bauteile und Bastlerbedarf gehören zum Lieferprogramm. (Dipl.-Ing. H. Wallfass Nachf. GmbH & Co., Viersener Straße 230, 4050 Mönchengladbach 1)

□

Der **Keithley-Katalog** 1979/80 informiert über digitale Multimeter, Nanovoltmeter, Elektrometer, Dosimeter, Picoamperemeter sowie Meßwerterfassungsprobleme. Interessenten erhalten den Katalog mit Preisliste kostenlos. (Keithley Instruments GmbH, Heiglhofstr. 5, 8000 München 70)

□

Von Valvo ist das **Handbuch Schwingquarze, Quarzoszillatoren, Quarzfilter 1979** erschienen. Das vor allem für den Konstrukteur und Geräteentwickler gedachte Buch gibt Auskunft über elektrische und mechanische Eigenschaften der Produkte dieser Art. Auf 216 Seiten sind außer der reinen Produktbeschreibung auch Hinweise auf Grundlagen enthalten. (Valvo, Unternehmensbereich der Philips GmbH, Buchardstraße 19, Postfach 106323, 2000 Hamburg 1)

Auf 471 Seiten enthält der **Katalog 34** von der Ing. Hannes Bauer KG, Bamberg, elektronische Bauteile und Nachrichtengeräte für den Funkamateur. Durch die kurzfristigen Preisänderungen wurde es erstmals nötig, eine separate Preisliste beizulegen. Außer den reinen Produktbeschreibungen sind auch noch eine Vielzahl von Tips und praktischen Hilfen enthalten. Die Schutzgebühr für den Katalog beträgt 10 DM zuzüglich Porto und Verpackung. (Ing. Hannes Bauer KG, Postfach 1060, 8600 Bamberg 1)

□

Eine kleine Schule über Kopfhörer und Mikrofone ist die Broschüre **Alles über das Hören mit dem Kopf,** die von den Händlern der Beyer Dynamic kostenlos verteilt wird. Auf 16 Seiten kann man sich über Kopfhörer und Mikrofone informieren.

□

Gegen Zahlung einer Schutzgebühr von 4,50 DM ist der **Electronic-Katalog** 79/80 von Völkner erhältlich. Wieder sind zahlreiche originelle und interessante Neuheiten enthalten. Auf 244 Seiten ist das Lieferprogramm der Völkner electronic, Postfach 5320, 3300 Braunschweig, in komprimierter Form aufgeführt.

Ebenfalls auf Anforderung sind die **Bücherliste „80"** und das **Hi-Fi-Programm** von Völkner zu erhalten; beide sind kostenlos.
Die Sonderliste I/80 enthält zahlreiche Sonderangebote und erscheint Ende Januar 1980. Sie wird allen Bestellkunden unaufgefordert und kostenlos zugesandt.

□

Der Heathkit-Katalog **Qualitäts-Elektronik zum Selbstbau** enthält auf 48 Seiten das Lieferprogramm an Meßgeräten, Amateurfunkgeräten, Mikrocomputern und Spezialgeräten der Heathkit Bausatz-Elektronik GmbH. Der vierfarbige Katalog wird auf Anforderung zugesandt. (Heathkit Bausatz-Elektronik GmbH, Postfach 10 20 60, 6072 Dreieich)

□

In dem **Übersichtskatalog** der Firma Matrox Electronic Systems Ltd., Montreal, sind zahlreiche Informationen über alphanumerische und grafische Video-Speicher mit CRT-Controller, mehrstellige Mikro-Displays, Interfaces und Ein-/Ausgabe-Controller enthalten. Der Katalog kann kostenlos bei der Systemberatung Rauscher, Landsberger Straße 439, 8000 München 60, angefordert werden.

Der Anwendungsbericht AN 218-4 mit dem Titel **Synthesized Signals from 18...37,2 GHz using the 8672 A** beschreibt den Einsatz der Frequenzverdoppler HP 938 A und 940 A zur Erzeugung von Testsignalen hoher Qualität. Die Applikationsschrift behandelt nicht nur das typische Verhalten und die Genauigkeit, sondern berücksichtigt auch die Modulation. Die Application Note 218-4 ist kostenlos erhältlich. (Hewlett-Packard GmbH, Berner Straße 117, 8000 Frankfurt/M. 57)

□

Der **Krohn-Hite-Katalog,** Jahrgang 1979/80, enthält Informationen über variable elektronische Filter, Funktionsgeneratoren, RC-Oszillatoren, Phasenmesser, Klirrfaktoranalysatoren und Leistungsverstärker. Der Katalog und die Preisliste können kostenlos bezogen werden. (Keithley Instruments GmbH, Heiglhofstr. 5, 8000 München 70)

□

Erfolg im Geschäft heißt eine Minibroschüre von Peter Schukat. In ihr sind Informationen über das „Selbstständigmachen" enthalten. Das Heftchen ist kostenlos zu beziehen. (Visaton, Pfalzstraße 5–7, 5657 Haan)

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 14

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Belgien: Internationaal Persagentchap PVBA, Karel Govaertsstraat 56–58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul, Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern). – **Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1979 Franzis-Verlag, München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.